

**τα Θέματα & οι Απαντήσεις
των Απολυτήριων Εξετάσεων
της Δ' τάξης
των Εσπερινών Ενιαίων Λυκείων**

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

**ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Δ' ΤΑΞΗΣ
ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ 2001
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ**

ΘΕΜΑ 1°

A. Να γράψετε στο τετράδιό σας τις σωστές απαντήσεις για τις τρεις ερωτήσεις που ακολουθούν:

1. Ποια είναι (ονομαστικά) τα 4 είδη RNA;
2. Η παρουσία του O_2 βοηθάει την ανάπτυξη μικροοργανισμών σε μια καλλιέργεια;
3. Οι ιοί περιέχουν γενετικό υλικό; Τι είδους μπορεί να είναι αυτό;

Μονάδες 15

B. Να γράψετε στο τετράδιό σας τα γράμματα της στήλης I και δίπλα σε κάθε γράμμα τον αριθμό της στήλης II που συσχετίζει σωστά τους όρους.

I	II
α. ζυμομύκητες	1. βακτήριο
β. πλασμίδιο	2. εσώνιο
γ. κωδικόνιο	3. ιστόνες
δ. νουκλεόσωμα	4. τριπλέτα
	5. μικροέγχυση
	6. ζύμωση

Μονάδες 10

ΘΕΜΑ 2°

A. Καθεμιά από τις τρεις προτάσεις που ακολουθούν είναι είτε σωστή είτε λανθασμένη. Να μεταφέρετε και τις τρεις στο τετράδιό σας, τις σωστές όπως είναι και τις λανθασμένες, αφού πρώτα τις διορθώσετε.

1. Η σύνδεση με δεσμούς υδρογόνου της A (αδενίνης) με την C (κυτοσίνη) είναι τόσο ισχυρή όσο και η σύνδεση της T (θυμίνης) με τη G (γουανίνη).
2. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες συνδέουν κομμάτια του DNA ενώ η DNA δεσμάση κόβει κάθε αλυσίδα του DNA σε συγκεκριμένες θέσεις.
3. Ο βιοαντιδραστήρας και τα θρεπτικά υλικά που χρησιμοποιούνται σε μια καλλιέργεια μικροοργανισμών είναι απαραίτητο να είναι αποστειρωμένα.

Μονάδες 15

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

B. Να γράψετε στο τετράδιό σας τους αριθμούς των παρακάτω προτάσεων, και δίπλα τις κατάλληλες λέξεις που τις συμπληρώνουν σωστά.

1. Η αλληλουχία των στο μόριο ενός mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων της αντίστοιχης
2. Ο γενετικός κώδικας είναι , δηλαδή το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο.
3. Με τη Βιοτεχνολογία, η παραγωγή φαρμακευτικών πρωτεϊνών μπορεί να γίνει από ζώα.
4. Τα χρωμοσώματα του ανθρώπου που καθορίζουν αν ένα άτομο θα είναι αρσενικό ή θηλυκό λέγονται

Μονάδες 10

ΘΕΜΑ 3^ο

Να απαντήσετε στις δύο ερωτήσεις που ακολουθούν:

1. Τα έντομα δημιουργούν μεγάλα προβλήματα στη γεωργία και οδηγούν σε σημαντική μείωση της παραγωγής. Γνωρίζετε αν η Βιοτεχνολογία μπορεί να βοηθήσει στην καταπολέμηση των εντόμων και με ποιο τρόπο μπορεί να γίνει αυτό;
2. Η ινσουλίνη είναι μία πρωτεΐνη που παράγεται από τον ανθρώπινο οργανισμό όπως και η α₁-αντιθρυψίνη (AAT). Με ποιο τρόπο θα μπορούσε να παραχθεί η ινσουλίνη αν αξιοποιούσαμε τις δυνατότητες της γενετικής μηχανικής και τις ιδιότητες που έχουν τα διαγονιδιακά ζώα;

Μονάδες 10

Μονάδες 15

ΘΕΜΑ 4^ο

Δίνεται τυχαίο τμήμα ενός μορίου mRNA:

- AUU - UCA - CCU - CUU - CGA - CAA -

1. Δεδομένου ότι το mRNA αυτό δεν υπέστη διαδικασία ωρίμανσης, να γράψετε στο τετράδιό σας το δίκλωνο μόριο του DNA απ' το οποίο προήλθε.
2. Πόσα αμινοξέα κωδικοποιεί το τμήμα αυτό;
3. Στο αρχικό DNA ποιο ζευγάρι βάσεων συμμετέχει σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50%;

Μονάδες 10

Μονάδες 10

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ 2001

ΘΕΜΑ 1^ο

A. Οι σωστές απαντήσεις είναι:

1. Στα κύτταρα υπάρχουν 4 είδη μορίων RNA που παράγονται με τη μεταγραφή. Τα τρία από αυτά υπάρχουν τόσο σε ευκαρυωτικά όσο και σε προκαρυωτικά κύτταρα, το ένα είδος όμως υπάρχει μόνο σε ευκαρυωτικά κύτταρα. Τα τρία είδη μορίων RNA που υπάρχουν και στα δύο είδη κυττάρων είναι το mRNA (αγγελιοφόρο RNA), το rRNA (ριβοσωμικό RNA) και το tRNA (μεταφορικό RNA) ενώ το ένα είδος μορίου RNA που συναντάται μόνο σε ευκαρυωτικά κύτταρα είναι το μικρό-πυρηνικό RNA (snRNA).
2. Ο ρυθμός ανάπτυξης ενός πληθυσμού μικροοργανισμών είναι ο ρυθμός με τον οποίο διαιρούνται τα κύτταρά του. Ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο διπλασιασμού και συνεπώς το ρυθμό ανάπτυξης των μικροοργανισμών είναι η διαθεσιμότητα του O₂. Η παρουσία ή απουσία O₂ μπορεί να βοηθήσει ή να αναστείλει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Υπάρχουν μικροοργανισμοί, όπως βακτήρια του γένους *Mycobacterium* που για την ανάπτυξή τους είναι απαραίτητη υψηλή συγκέντρωση O₂ (υποχρεωτικά αερόβιοι). Υπάρχουν άλλοι μικροοργανισμοί, όπως οι μύκητες που χρησιμοποιούνται στην αρτοποιηχανία, οι οποίοι αναπτύσσονται με ταχύτερο ρυθμό παρουσία O₂ παρά απουσία O₂ (προαιρετικά αερόβιοι). Τέλος, υπάρχουν μικροοργανισμοί όπως βακτήρια του γένους *Clostridium* για τους οποίους το O₂ λειτουργεί ως τοξικός παράγοντας (υποχρεωτικά αναερόβιοι).
3. Οι ιοί περιέχουν ένα μόνο είδος νουκλεϊκού οξέος, το οποίο μπορεί να είναι DNA ή RNA. Το DNA των ιών μπορεί να είναι μονόκλωνο ή δίκλωνο, γραμμικό ή κυκλικό ενώ το RNA των RNA-ιών είναι συνήθως γραμμικό, σπάνια κυκλικό, μονόκλωνο ή δίκλωνο.

B. α. 6

β. 1

γ. 4

δ. 3

ΘΕΜΑ 2^ο

- A. 1. Η σύνδεση με δεσμούς υδρογόνου της A (αδενίνης) με την T (θυμίνη) είναι λιγότερο ισχυρή από τη σύνδεση της C (κυτοσίνης) με τη G (γουανίνη).
2. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες κόβουν κάθε δίκλωνη αλυσίδα του DNA (που διαθέτει την κατάλληλη αλληλουχία αναγνώρισης 4 με 8 ζευγών νουκλεοτιδίων) σε συγκεκριμένες θέσεις, ενώ η DNA δεσμάση συνδέει κομμάτια του DNA.
3. Ο βιοαντιδραστήρας και τα θρεπτικά υλικά που χρησιμοποιούνται σε μια καλλιέργεια μικροοργανισμών είναι απαραίτητο να είναι αποστειρωμένα.

B. 1. νουκλεοτιδίων, πρωτεΐνης

2. συνεχής

3. διαγονιδιακά

4. φυλετικά

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

1. Τα έντομα μπορεί να δημιουργήσουν μεγάλα προβλήματα στη γεωργία και να οδηγήσουν σε σημαντική μείωση της παραγωγής. Μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο χρησιμοποιήθηκαν πολλά εντομοκτόνα. Με την πάροδο των χρόνων όμως έγινε κατανοητό ότι ήταν επικίνδυνα για την υγεία του ανθρώπου και προκαλούσαν μεγάλη οικολογική καταστροφή. Ήταν λοιπόν αναγκαίο να βρεθούν εναλλακτικοί τρόποι αντιμετώπισης του προβλήματος. Το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* που ζει στο έδαφος παράγει μια ισχυρή τοξίνη που μπορεί να σκοτώσει πολλά είδη εντόμων και σκωλήκων και είναι 80.000 φορές πιο ισχυρή από πολλά εντομοκτόνα. Τα βακτήρια αυτά μπορούν να βοηθήσουν στην καταπολέμηση των εντόμων. Αρχικά πολλαπλασιάζονται στο εργαστήριο και στη συνέχεια ψεκάζονται στον αγρό. Η τεχνική αυτή όμως είναι δαπανηρή, επειδή χρειάζονται συνεχείς ψεकाσμοί καθώς τα βακτήρια δεν επιβιώνουν για μεγάλο χρονικό διάστημα στο εναέριο περιβάλλον. Για το λόγο αυτό απομονώθηκε το γονίδιο του βακτηρίου που παράγει την τοξίνη και μεταφέρθηκε στα φυτά. Η μεταφορά έγινε με τη βοήθεια του πλασμιδίου Ti, που απομονώνεται από το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens*. Το βακτήριο αυτό, το οποίο ζει στο έδαφος, διαθέτει τη φυσική ικανότητα να μολύνει φυτικά κύτταρα μεταφέροντας σε αυτά ένα πλασμίδιο που ονομάζεται Ti (= tumor inducing factor). Το πλασμίδιο Ti ενσωματώνεται στο γενετικό υλικό των φυτικών κυττάρων, και δημιουργεί εξογκώματα (όγκους) στο σώμα των φυτών. Οι ερευνητές αφού απομόνωσαν το πλασμίδιο από το βακτήριο, κατόρθωσαν να απενεργοποιήσουν τα γονίδια που δημιουργούν τους όγκους τοποθετώντας στο πλασμίδιο το γονίδιο που θα προσδώσει στο φυτό μια επιθυμητή ιδιότητα. Το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο εισάγεται σε φυτικά κύτταρα που αναπτύσσονται σε ειδικές καλλιέργειες στο εργαστήριο. Τα τροποποιημένα αυτά φυτικά κύτταρα τελικά δίνουν ένα νέο φυτικό οργανισμό, που περιέχει και εκφράζει το ξένο γονίδιο. Τα διαγονιδιακά φυτά που δημιουργούνται έχουν την ικανότητα να μεταβιβάζουν τις νέες ιδιότητες στους απογόνους τους.

Δημιουργούνται έτσι διαγονιδιακά φυτά που παράγουν την τοξίνη και είναι ανθεκτικά στα διάφορα έντομα.

Το πρώτο φυτό στο οποίο ενσωματώθηκε το γονίδιο της ανθεκτικότητας στα έντομα του *Bacillus thuringiensis* ήταν το καλαμπόκι. (Τα γενετικά τροποποιημένα φυτά αυτού του τύπου αποτελούν τις ποικιλίες Bt).

2. Διαγονιδιακά ονομάζονται τα ζώα εκείνα στα οποία έχει τροποποιηθεί το γενετικό υλικό τους με την προσθήκη γονιδίων, συνήθως από κάποιο άλλο είδος. Τα διαγονιδιακά ζώα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή χρήσιμων φαρμακευτικών πρωτεϊνών σε μεγάλη ποσότητα. Είναι γνωστό, πως είναι δυνατή η παραγωγή πρωτεΐνης όπως η ινσουλίνη και η ανθρώπινη αυξητική ορμόνη, από βακτήρια. Οι πρωτεΐνες αυτές χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία διαφόρων ασθενειών. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις οι πρωτεΐνες αυτές δεν είναι ακριβώς ίδιες με τις πρωτεΐνες του ανθρώπου, επειδή τα βακτήρια δε διαθέτουν τους μηχανισμούς τροποποίησης των πρωτεϊνών που διαθέτουν οι ευκαρυωτικοί οργανισμοί. Μια πολλά υποσχόμενη ιδέα είναι η παραγωγή φαρμακευτικών πρωτεϊνών από κύτταρα των μαστικών αδένων των ζώων, για παράδειγμα των προβάτων και των αγελάδων. Με αυτό τον τρόπο θα είναι δυνατή η συλλογή της πρωτεΐνης από το γάλα των ζώων. Αυτός ο τρόπος παραγωγής ονομάζεται παραγωγή φαρμακευτικών πρωτεϊνών από διαγονιδιακά ζώα (gene pharming).

Η πιο επιτυχημένη εφαρμογή αφορά την παραγωγή της ανθρώπινης α₁-αντιθρυψίνης (AAT = alpha antitrypsin) από πρόβατα.

Η α₁-αντιθρυψίνη είναι μια πρωτεΐνη που παράγεται φυσιολογικά στο ήπαρ του ανθρώπου και η απουσία της, που οφείλεται σε μετάλλαξη στο γονίδιο που την κωδικοποιεί, οδηγεί σε εμφύσημα.

Εκτός από την AAT, και άλλες χρήσιμες πρωτεΐνες, όπως π.χ. η ινσουλίνη, παράγονται με τον ίδιο τρόπο.

Συνοψίζοντας, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι τα βήματα που απαιτούνται για την παραγωγή μιας φαρμακευτικής πρωτεΐνης ανθρώπινης προέλευσης από ένα διαγονιδιακό ζώο είναι τα παρακάτω:

- Απομόνωση του ανθρώπινου γονιδίου που κωδικοποιεί τη φαρμακευτική πρωτεΐνη που μας ενδιαφέρει (ινσουλίνη).
- Μικροέγχυση του γονιδίου στον πυρήνα ενός γονιμοποιημένου ωαρίου του ζώου.
- Τοποθέτηση του γενετικά τροποποιημένου ζυγωτού στη μήτρα ενήλικου ζώου για κυοφορία.
- Γέννηση του διαγονιδιακού ζώου.
- Διασταυρώσεις με σκοπό να περάσει η τροποποιημένη γενετική πληροφορία στους απογόνους.
- Παραγωγή, απομόνωση και καθαρισμός της φαρμακευτικής πρωτεΐνης (ινσουλίνη).

ΘΕΜΑ 4^ο

1. Με τη μεταγραφή, οι πληροφορίες που βρίσκονται στα γονίδια μεταφέρονται στο mRNA με βάση τη συμπληρωματικότητα των νουκλεοτιδικών βάσεων. Αν θεωρήσουμε ότι το μόριο mRNA που δίνεται έχει προσανατολισμό:

5'-AUU-UCA-CCU-CUU-CGA-CAA-3'

δεδομένου ότι δεν υπέστει ωρίμανση, δηλαδή το δοθέν μόριο mRNA μεταφράζεται ολόκληρο, χωρίς να απομακρύνεται κάποιο τμήμα του (εσώνιο) πριν φτάσει στα ριβοσώματα, το δίκλωνο μόριο DNA από το οποίο προήλθε είναι:

5'-ATT-TCA-CCT-CTT-CGA-CAA-3'
3'-TAA-AGT-GGA-GAA-GCT-GTT-5'

Αν όμως ο προσανατολισμός του mRNA είναι:

5'-AAC-AGC-UUC-UCC-ACU-UUA-3'

τότε το δίκλωνο μόριο DNA από το οποίο προέκυψε είναι:

5'-AAC-AGC-TTC-TCC-ACT-TTA-3'
3'-TTG-TCG-AAG-AGG-TGA-AAT-5'

Τα παραπάνω ισχύουν δεδομένου ότι κατά την έναρξη της μεταγραφής ενός γονιδίου η RNA πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή και προκαλεί τοπικό ξετύλιγμα της διπλής έλικας του DNA. Στη συνέχεια τοποθετεί τα ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβο-

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

νουκλεοτίδια μιας αλυσίδας του DNA σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, όπως και στην αντιγραφή, με τη διαφορά ότι εδώ απέναντι από την αδενίνη τοποθετεί το ριβονουκλεοτίδιο ουρακίλη. Η RNA πολυμεράση συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια που προστίθενται το ένα μετά το άλλο, με 3'→5' φωσφοδιεστερικό δεσμό. Η μεταγραφή έχει προσανατολισμό 5'→3' όπως και η αντιγραφή.

Το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική. Το RNA είναι το κινητό αντίγραφο της πληροφορίας ενός γονιδίου.

2. Η αλληλουχία των βάσεων του mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες με βάση τον γενετικό κώδικα. Ο γενετικός κώδικας, δηλαδή ο κώδικας αντιστοίχισης των νουκλεοτιδίων του mRNA (και συνεπώς του DNA) σε αμινοξέα είναι κώδικας τριπλέτας. Αυτό σημαίνει ότι κάθε αμινοξύ κωδικοποιείται από μία τριάδα νουκλεοτιδίων που ονομάζεται κωδικόνιο. Ο όρος κωδικόνιο αφορά και το mRNA αλλά και το γονίδιο από το οποίο παράγεται το mRNA. Επίσης, ο γενετικός κώδικας είναι συνεχής, δηλαδή το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο. Ακόμη μία ιδιότητα του γενετικού κώδικα, είναι ότι είναι μη επικαλυπτόμενος, δηλαδή κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο. Τέλος, έχει κωδικόνιο έναρξης ($5'\text{AUG}_3'$) και τρία κωδικόνια λήξης ($5'\text{UAG}_3'$, $5'\text{UGA}_3'$, $5'\text{UAA}_3'$). Η παρουσία των κωδικονίων αυτών στο μόριο του mRNA οδηγούν στον τερματισμό της πρωτεϊνοσύνθεσης.

Στο τμήμα του δοθέντος mRNA παρατηρούμε ότι υπάρχουν έξι τριάδες νουκλεοτιδίων, δηλαδή έξι κωδικόνια. Όλα κωδικοποιούν κάποιο αμινοξύ, δηλαδή κανένα από αυτά δεν είναι κωδικόνιο λήξης, ανεξαρτήτως του προσανατολισμού του μορίου mRNA, επομένως το τμήμα αυτό κωδικοποιεί έξι αμινοξέα. Δεχόμαστε ότι δεν υπάρχει άλλο πλαίσιο ανάγνωσης και ότι το δοθέν τμήμα δεν είναι μέρος της 5' ή 3' αμετάφραστης περιοχής ή ότι δεν είναι τμήμα κάποιου εσωνίου, αν το mRNA αυτό είναι ευκαρυωτικού κυττάρου.

3. Το τμήμα DNA που αντιστοιχεί στο δοθέν τμήμα mRNA, έχει μήκος 18 ζεύγη βάσεων. Από αυτά, τα έντεκα είναι ζεύγη A=T ενώ τα επτά είναι ζεύγη G=C. Σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας, όπου η A συνδέεται αποκλειστικά με την T και αντιστρόφως, και η G αποκλειστικά με την C και αντιστρόφως. Το ποσοστό των ζευγών νουκλεοτιδίων στο τμήμα του DNA που έχουν ως αζωτούχες βάσεις T και A είναι:

$\left(\frac{11}{18}\right) \times 100\% = 61,1\%$ ενώ αυτών με G και C είναι $\left(\frac{7}{18}\right) \times 100\% = 38,9\%$. Συνεπώς στο αρχικό DNA το ζευγάρι βάσεων A=T συμμετέχει σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50%.

ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Δ' ΤΑΞΗΣ
ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ 2002
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΘΕΜΑ 1°

A. Στις προτάσεις 1 έως 3, να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της βασικής πρότασης και δίπλα του το γράμμα που αντιστοιχεί στο σωστό συμπλήρωμά της.

1. Οι DNA πολυμεράσες που συμμετέχουν στην αντιγραφή του DNA μπορούν να ξεκινήσουν τη διαδικασία της αντιγραφής, αν βοηθηθούν από

- α.** τα ένζυμα που διορθώνουν τα λάθη της αντιγραφής.
- β.** το πριμόσωμα.
- γ.** τη DNA δεσμάση.
- δ.** το κωδικόνιο.

Μονάδες 5

2. Οι δύο αδερφές χρωματίδες συγκροτούν ένα

- α.** μεταφασικό χρωμόσωμα.
- β.** υβρίδωμα.
- γ.** νουκλεόσωμα.
- δ.** κύτταρο.

Μονάδες 5

3. Το πλασμίδιο είναι

- α.** δίκλωνο RNA.
- β.** κυκλικό δίκλωνο DNA.
- γ.** μονόκλωνο DNA.
- δ.** μονόκλωνο RNA.

Μονάδες 5

B. Να γράψετε στο τετράδιό σας, ένα προς ένα, τα περιεχόμενα της Στήλης I και, δίπλα στο καθένα απ' αυτά, το αντίστοιχο από τα περιεχόμενα της Στήλης II, ώστε να δημιουργείται μία σωστή συσχέτιση.

I	II
α. μεταφασικό χρωμόσωμα	1. αποδιάταξη
β. υποχρεωτικά αερόβιοι μικροοργανισμοί	2. ωρίμανση
γ. mRNA	3. πολυσακχαρίτης από φύκη
δ. κλειστή καλλιέργεια	4. κεντρομερίδιο
ε. άγαρ	5. εκθετική φάση ανάπτυξης
	6. οξυγόνο
	7. υποκινητής

Μονάδες 10

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

ΘΕΜΑ 2°

A. Να ξαναγράψετε στο τετράδιό σας τις προτάσεις, αφού συμπληρώσετε τα κενά με τις σωστές λέξεις.

1. Η ινσουλίνη είναι μία ορμόνη που αποτελείται από 51 και παράγεται από ειδικά κύτταρα του Η ορμόνη αυτή ρυθμίζει το μεταβολισμό των και ειδικότερα το ποσοστό της γλυκόζης στο
2. Το πρόδρομο mRNA μετατρέπεται σε mRNA με τη διαδικασία της , κατά την οποία τα κόβονται από μικρά ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια και απομακρύνονται.

Μονάδες 9

B. Να απαντήσετε στις τρεις ερωτήσεις που ακολουθούν.

1. Ποια οργάνδια του ευκαρυωτικού κυττάρου χαρακτηρίζονται ως ημιαυτόνομα και γιατί;
Μονάδες 8
2. Τι είναι το νουκλεόσωμα;
Μονάδες 4
3. Τι είναι το πολύσωμα;
Μονάδες 4

ΘΕΜΑ 3°

A. 1. Τι είναι τα μονοκλωνικά αντισώματα;

Μονάδες 5

2. Πώς λειτουργούν τα μονοκλωνικά αντισώματα ως θεραπευτικά μέσα;

Μονάδες 8

B. Να περιγράψετε από μία μέθοδο μεταφοράς γονιδίων

1. σε φυτά.
2. σε ζώα.

Μονάδες 12

ΘΕΜΑ 4°

Δίνεται τμήμα διπλής έλικας του DNA:

ATG CGA CCT TCA CGA CTT TAA	αλυσίδα I
 	
TAC GCT GGA AGT GCT GAA ATT	αλυσίδα II

- α. Ποια από τις δύο αλυσίδες έχει προσανατολισμό 3'→5' και ποια 5'→3'; Ποια από τις δύο αλυσίδες είναι η μεταγραφόμενη και γιατί;
Μονάδες 8
- β. Ποιο είναι το mRNA που θα προκύψει από τη μεταγραφόμενη αλυσίδα;
Μονάδες 8
- γ. Το mRNA που προκύπτει από τη συγκεκριμένη μεταγραφόμενη αλυσίδα δεν υφίσταται διαδικασία ωρίμανσης. Να γράψετε στο τετράδιό σας τα tRNA που θα πάρουν μέρος στη μετάφραση.

Μονάδες 9

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ 2002

ΘΕΜΑ 1^ο

A. Οι σωστές απαντήσεις είναι:

1. β
2. α

Σημείωση: Οι δύο αδελφές χρωματίδες ενωμένες στο κεντρομερίδιο συγκροτούν ένα χρωμόσωμα από τη φάση G_2 του κυτταρικού κύκλου (μετά την ολοκλήρωση της αντιγραφής του DNA και μέχρι τη μετάφαση της μίτωσης). Το μεταφασικό χρωμόσωμα είναι το χρωμόσωμα με αυτή τη μορφή, που εμφανίζει όμως και το μέγιστο βαθμό συσπείρωσης της χρωματίνης από οποιαδήποτε άλλη φάση του κυτταρικού κύκλου.

3. β

B. α. 4

β. 6

γ. 2 (μόνο στα ευκαρυωτικά κύτταρα)

δ. 5 (Μία από τις τέσσερις φάσεις μίας κλειστής καλλιέργειας μικροοργανισμού είναι και η εκθετική φάση. Εκθετική φάση υπάρχει και στην συνεχή καλλιέργεια μικροοργανισμών.)

ε. 3

ΘΕΜΑ 2^ο

A. 1. Η ινσουλίνη είναι μία ορμόνη που αποτελείται από 51 **αμινοξέα** και παράγεται από ειδικά κύτταρα του **παγκρέατος**. Η ορμόνη αυτή ρυθμίζει το μεταβολισμό των **υδατανθράκων** και ειδικότερα το ποσοστό της γλυκόζης στο **αίμα**.

2. Το πρόδρομο mRNA μετατρέπεται σε mRNA με τη διαδικασία της **ωρίμανσης**, κατά την οποία τα **εσώνια** κόβονται από μικρά ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια και απομακρύνονται.

B. 1. Τα μιτοχόνδρια (απαντούνται σε όλα τα ευκαρυωτικά κύτταρα) και οι χλωροπλάστες (απαντούνται μόνο στα κύτταρα των φυτών που φωτοσυνθέτουν) έχουν γενετικό υλικό, που είναι δίκλωνο κυκλικό DNA. Το γενετικό υλικό των οργανιδίων αυτών κωδικοποιεί μικρό αριθμό πρωτεϊνών και περιέχει πληροφορίες σχετικά με τις λειτουργίες τους, δηλαδή την οξειδωτική φωσφορυλίωση στα μιτοχόνδρια και τη φωτοσύνθεση στους χλωροπλάστες. Οι περισσότερες όμως πρωτεΐνες που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία των οργανιδίων αυτών, κωδικοποιούνται από γονίδια που βρίσκονται στο DNA του πυρήνα. Γι' αυτό και τα οργανίδια αυτά χαρακτηρίζονται ως ημιαυτόνομα.

2. Το συνολικό DNA που υπάρχει σε ένα ευκαρυωτικό κύτταρο δεν είναι ένα ενιαίο μόριο αλλά αποτελείται από πολλά γραμμικά μόρια. Τα μόρια του DNA πακετάρονται με τη βοήθεια πρωτεϊνών και σχηματίζουν τα ινίδια χρωματίνης. Στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, ύστερα από ειδική επεξεργασία τα ινίδια χρωματίνης μοιάζουν σαν κομπολόγια από χάντρες. Κάθε "χάντρα" αποτελεί ένα νουκλεόσωμα, που αποτελεί τη βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης. Το νουκλεόσωμα αποτελείται από DNA μήκους 146 ζευγών

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

βάσεων και από ένα οκταμερές (οκτώ μόρια) πρωτεϊνών και ονομάζονται ιστόνες. Το DNA τυλίγεται γύρω από το οκταμερές των ιστόνων. Τα νουκλεοσώματα αναδιπλώνονται περισσότερο με τη βοήθεια άλλων πρωτεϊνών με αποτέλεσμα το DNA να πακετάρεται σε μεγαλύτερο βαθμό ώστε να σχηματίσουν τελικά τα ινίδια χρωματίνης.

3. Η μετάφραση του mRNA, δηλαδή η αντιστοίχιση των κωδικονίων σε αμινοξέα και η διαδοχική σύνδεση των αμινοξέων σε πολυπεπτιδική αλυσίδα, πραγματοποιείται στα ριβοσώματα με τη βοήθεια των tRNA και τη συμμετοχή αρκετών πρωτεϊνών και ενέργειας.

Ένα από τα στάδια της ρύθμισης της έκφρασης της γενετικής πληροφορίας σε επίπεδο μετάφρασης, είναι ότι πολλά ριβοσώματα μπορούν να μεταφράζουν ταυτόχρονα ένα mRNA, το καθένα σε διαφορετικό σημείο κατά μήκος του μορίου. Αμέσως μόλις το ριβόσωμα έχει μεταφράσει τα πρώτα κωδικόνια, η θέση έναρξης του mRNA είναι ελεύθερη για την πρόσδεση ενός άλλου ριβοσώματος. Το σύμπλεγμα των ριβοσωμάτων με το mRNA ονομάζεται πολύσωμα. Έτσι, η πρωτεϊνοσύνθεση είναι μία «οικονομική διαδικασία». Ένα κύτταρο μπορεί να παραγάγει μεγάλα ποσά μιας πρωτεΐνης από ένα ή από δύο αντίγραφα ενός γονιδίου.

ΘΕΜΑ 3^ο

- A. 1. Τα αντισώματα είναι πρωτεϊνικά μόρια, που παράγονται από τα Β-λεμφοκύτταρα του ανοσοποιητικού μας συστήματος, όταν ένα αντιγόνο (παθογόνος μικροοργανισμός, ιός ή ξένο υλικό) προσβάλλει τον οργανισμό. Τα αντισώματα αντιδρούν με το αντιγόνο και το εξουδετερώνουν.

Ο οργανισμός μας είναι ικανός να παράγει αντισώματα εναντίον κάθε ξένου αντιγόνου. Στην πραγματικότητα, ένα αντίσωμα αναγνωρίζει μόνο μία περιοχή του αντιγόνου, η οποία ονομάζεται αντιγονικός καθοριστής. Ένα μεγάλο αντιγόνο, π.χ. ένας μικροοργανισμός, έχει πολλούς αντιγονικούς καθοριστές γι' αυτό παράγονται πολλά είδη αντισωμάτων εναντίον του.

Κάθε είδος αντισώματος που αναγνωρίζει ένα αντιγονικό καθοριστή παράγεται από μία ομάδα όμοιων Β-λεμφοκυττάρων, που αποτελούν ένα κλώνο. Τα αντισώματα που παράγονται από έναν κλώνο Β-λεμφοκυττάρων ονομάζονται μονοκλωνικά.

2. Τα αντισώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως θεραπευτικά. Η πιο ενδιαφέρουσα εφαρμογή τους αφορά τη θεραπεία του καρκίνου. Τα καρκινικά κύτταρα έχουν στην εξωτερική επιφάνειά τους μεγάλη ποικιλία αντιγόνων που δεν υπάρχουν στα φυσιολογικά κύτταρα του οργανισμού, και ονομάζονται καρκινικά αντιγόνα. Έτσι μπορούν να κατασκευαστούν μονοκλωνικά αντισώματα εναντίον αυτών των αντιγόνων. Τα μονοκλωνικά αντισώματα είναι πολύ ειδικά μόνο για τα καρκινικά κύτταρα και μπορούν να «γίνουν μεταφορείς» ισχυρών αντικαρκινικών φαρμάκων. Όταν εισαχθούν στον οργανισμό, βρίσκουν και προσβάλλουν τους καρκινικούς στόχους. Τα αντικαρκινικά φάρμακα, που είναι συνδεδεμένα με τα αντισώματα, δρουν κατευθείαν στα καρκινικά κύτταρα και τα καταστρέφουν. Επιτρέπουν έτσι τη θεραπεία με αποφυγή της χειρουργικής επέμβασης και των δυσάρεστων επιπτώσεων της χημειοθεραπείας.

- B. 1. Το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens*, το οποίο ζει στο έδαφος, διαθέτει τη φυσική ικανότητα να μολύνει φυτικά κύτταρα μεταφέροντας σε αυτά ένα πλασμίδιο που ονομάζεται Ti (= tumor inducing factor). Το πλασμίδιο Ti ενσωματώνεται στο γενετικό υλικό των φυτικών κυττάρων, και δημιουργεί εξογκώματα (όγκους) στο σώμα των φυτών. Οι ερευνητές

αφού απομόνωσαν το πλασμίδιο από το βακτήριο, κατόρθωσαν να απενεργοποιήσουν τα γονίδια που δημιουργούν τους όγκους τοποθετώντας στο πλασμίδιο το γονίδιο που θα προσδώσει στο φυτό μια επιθυμητή ιδιότητα. Το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο εισάγεται σε φυτικά κύτταρα που αναπτύσσονται σε ειδικές καλλιέργειες στο εργαστήριο. Τα τροποποιημένα αυτά φυτικά κύτταρα τελικά δίνουν ένα νέο φυτικό οργανισμό, που περιέχει και εκφράζει το ξένο γονίδιο. Τα διαγονιδιακά φυτά που δημιουργούνται έχουν την ικανότητα να μεταβιβάζουν τις νέες ιδιότητες στους απογόνους τους.

2. Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την είσοδο του «ξένου» DNA στα κύτταρα ενός ζώου. Η σημαντικότερη από αυτές είναι η μικροέγχυση. Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούνται ωάρια του ζώου που έχουν γονιμοποιηθεί στο εργαστήριο. Σε αυτά γίνεται εισαγωγή ξένου DNA με ειδική μικροβελόνα. Το ξένο γενετικό υλικό ενσωματώνεται συνήθως σε κάποιο από τα χρωμοσώματα του πυρήνα του ζυγωτού. Το ζυγωτό τοποθετείται στη συνέχεια στη μήτρα της «θετής» μητέρας, ενός ζώου στο οποίο θα αναπτυχθεί το έμβρυο. Η μικροέγχυση αποτελεί τη μοναδική μέθοδο δημιουργίας διαγονιδιακών αγελάδων, προβάτων, χοίρων και αιγών.

ΘΕΜΑ 4^ο

α.

 υποκινητής	5' ... ATG CGA CCT TCA CGA CTT TAA ... 3'	αλυσίδα I
	3' ... TAC GCT GGA AGT GCT GAA ATT ... 5'	αλυσίδα II

Η έκφραση της γενετικής πληροφορίας που βρίσκεται στο DNA περιλαμβάνει τις διαδικασίες της μεταγραφής και της μετάφρασης. Με τη μεταγραφή, οι πληροφορίες που βρίσκονται στα γονίδια μεταφέρονται στο RNA με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας και με τη μετάφραση των νουκλεοτιδικών βάσεων οπότε σχηματίζεται ένα μόριο RNA που αποτελεί το κλωνικό αντίγραφο της γενετικής πληροφορίας του γονιδίου. Εάν το γονίδιο κωδικοποιεί για κάποιο πεπτίδιο το μόριο αυτό RNA ονομάζεται mRNA και υφίσταται επιπλέον και τη διαδικασία της μετάφρασης κατά την οποία πραγματοποιείται, με βάση το γενετικό κώδικα αντιστοίχιση των τριπλετών των νουκλεοτιδίων (κωδικονίων) του mRNA σε αμινοξέα και διαδοχική σύδεση των αμινοξέων σε πεπτιδική αλυσίδα, στα ριβοσώματα του κυττάρου. Ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας συνεχής, μη επικαλυπτόμενος και διαθέτει κωδικόνιο έναρξης ($5' \text{AUG}_3$) και κωδικόνια λήξης ($3' \text{UGA}^5$ ή $3' \text{UAG}^5$ ή $3' \text{UAA}^5$). Το τμήμα του mRNA που μεταφράζεται στα ριβοσώματα ξεκινάει από το κωδικόνιο έναρξης και τελειώνει στην αμέσως προηγούμενη τριπλέτα νουκλεοτιδίων από το κωδικόνιο λήξης.

Παρατηρώντας τις δοθείσες αλυσίδες βλέπουμε ότι υπάρχει μια τριπλέτα $5' \text{ATG}_3$ (κωδικόνιο έναρξης της μετάφρασης) στην πάνω αλυσίδα, διαβάζοντάς την από τα αριστερά προς τα δεξιά καθώς και μια τριπλέτα $5' \text{TAA}_3$ (κωδικόνιο λήξης της μετάφρασης) μετά από πλήθος νουκλεοτιδίων που είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του τρία. Συνεπώς αυτή η αλυσίδα πρέπει να είναι η κωδική και έχει προσανατολισμό $5' \rightarrow 3'$ από τα αριστερά προς τα δεξιά και η συμπληρωματική της (δηλαδή ο κάτω κλώνος) να είναι η μη κωδική με αντιπαράλληλο προσανατολισμό ως προς την κωδική. Το γονίδιο είναι δίκλωνο τμήμα DNA, του οποίου η αρχή προσδιορίζεται από τη θέση του υποκινητή του. Η κωδική αλυσίδα του γονιδίου, ο κλώνος δηλαδή που φέρει τη γενετική πληροφορία διαβάζεται με προσανατολισμό $5' \rightarrow 3'$ ως προς την αρχή του γονιδίου και η μεταγραφόμενη αλυσίδα

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

(συμπληρωματική της κωδικής) που με καλούπι αυτήν η RNA πολυμεράση συνθέτει το mRNA, διαβάζεται με προσανατολισμό 3'→5' ως προς την αρχή του γονιδίου έτσι ώστε το παραγόμενο μόριο mRNA να έχει όμοιο προσανατολισμό με την κωδική αλυσίδα του γονιδίου, αφού αυτό αποτελεί το κινητό αντίγραφο της γενετικής πληροφορίας.

- β. Με τη μεταγραφή, οι πληροφορίες που βρίσκονται στα γονίδια μεταφέρονται στο RNA με βάση τη συμπληρωματικότητα των νουκλεοτιδικών βάσεων. Η μεταγραφή του DNA σε mRNA γίνεται για τα γονίδια που κωδικοποιούν για πεπτίδια και πραγματοποιείται με προσανατολισμό 5'→3', καθώς η RNA πολυμεράση συνθέτει το mRNA δημιουργώντας 3'→5' φωσφοδιεστερικό δεσμό μεταξύ του τελευταίου ριβονουκλεοτιδίου του αναπτυσσόμενου mRNA και του επόμενου ριβονουκλεοτιδίου που πρόκειται να συνδεθεί με αυτό όπως καθορίζεται από τον κανόνα της συμπληρωματικότητας με τον μεταγραφόμενο (μη κωδικό) κλώνο του γονιδίου. Ο κλώνος λοιπόν του mRNA που παράγεται είναι αντιπαράλληλος με το μεταγραφόμενο κλώνο του DNA, εφόσον ο κλώνος του mRNA συντίθεται με προσανατολισμό 5'→3', ο μεταγραφόμενος κλώνος του DNA "διαβάζεται" με προσανατολισμό από 3' προς το 5' άκρο ως προς τον υποκινητή του γονιδίου.

Επομένως η αλληλουχία του παραγόμενου mRNA είναι:

mRNA: 5'...**AUG CGA CCU UCA CGA CUU UAA**... 3'

(Παρατηρούμε το κωδικόνιο έναρξης ⁵AUG₃ στη θέση της 1^{ης} τριπλέτας και το κωδικόνιο λήξης ⁵UAA₃ στη θέση της τελευταίας τριπλέτας).

- γ. Με τη μετάφραση του mRNA πραγματοποιείται αντιστοίχιση των κωδικονίων σε αμινοξέα με βάση το γενετικό κώδικα και διαδοχική σύνδεση των αμινοξέων σε πεπτιδική αλυσίδα. Η μετάφραση πραγματοποιείται στα ριβοσώματα με τη βοήθεια των tRNA και τη συμμετοχή αρκετών πρωτεϊνών και ενεργείας. Κάθε μόριο tRNA που συμμετέχουν στη μετάφραση του συγκεκριμένου mRNA έχει μια ειδική τριπλέτα νουκλεοτιδίων, το αντικωδικόνιο, με την οποία προσδένεται, λόγω συμπληρωματικότητας, με το αντίστοιχο κωδικόνιο του mRNA.

Κάθε κωδικόνιο του mRNA έχει ένα συμπληρωματικό αντικωδικόνιο εκτός από το κωδικόνιο λήξης για το οποίο δεν υπάρχει αντικωδικόνιο και συνεπώς tRNA. Επομένως, τα αντικωδικόνια των tRNA που συμμετέχουν στη μετάφραση του συγκεκριμένου mRNA θα είναι (με τη σειρά των κωδικονίων του mRNA που αναγράφονται παραπάνω):

³UAC⁵, ³GCU⁵, ³GGA⁵, ³AGU⁵, ³GCU⁵, ³GAA⁵

Σχόλιο: Στην εκφώνηση της άσκησης δεν προσδιορίζεται αν το δοθέν τμήμα DNA αποτελεί τμήμα γονιδίου και εάν συμβαίνει κάτι τέτοιο, θα πρέπει να αποτελεί μόνο το μεταφράσιμο τμήμα του, καθώς το δοθέν τμήμα DNA ξεκινάει με το κωδικόνιο έναρξης της μετάφρασης ⁵ATG₃ (κωδικός κλώνος) και τελειώνει με το κωδικόνιο λήξης της μετάφρασης ⁵TAA₃ (κωδικός κλώνος). Η ύπαρξη ενός γονιδίου στο γονιδίωμα ενός κυττάρου προσδιορίζεται από την ύπαρξη ρυθμισιακών αλληλουχιών που προηγούνται και έπονται της μεταγραφόμενης αλληλουχίας DNA, όπως είναι η αλληλουχία του υποκινητή που βρίσκεται πάντοτε πριν από την αρχή κάθε γονιδίου. Άλλωστε ένα γονίδιο, το προϊόν του οποίου δεν υφίσταται ωρίμανση, εκτός από το μεταφράσιμο τμήμα του αποτελείται ακόμη από τις 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές του, καθώς και από τις αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής.

ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Δ' ΤΑΞΗΣ
ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ 2003
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΘΕΜΑ 1^ο

Στις ημιτελείς προτάσεις 1 έως 5, να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της βασικής πρότασης και, δίπλα του, το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση-συμπλήρωμα.

1. Οι ιντερφερόνες είναι

- α. αντιικές πρωτεΐνες που παράγονται από κύτταρα που έχουν μολυνθεί από ιούς.
- β. ένζυμα που ελέγχουν το μεταβολισμό των σακχάρων.
- γ. πρωτεΐνες που προκαλούν σύντηξη των καρκινικών κυττάρων.
- δ. χημικές ενώσεις που προκαλούν αλλαγές στα γονίδια.

Μονάδες 5

2. Τα φυλετικά χρωμοσώματα του ανθρώπου

- α. δεν περιέχουν γονίδια.
- β. είναι όμοια μορφολογικά στους άνδρες και στις γυναίκες.
- γ. καθορίζουν το φύλο.
- δ. δεν μεταβιβάζονται στους απογόνους.

Μονάδες 5

3. Ο γενετικός κώδικας είναι

- α. ο αριθμός των γονιδίων του κυττάρου.
- β. η αντιστοίχιση τριπλετών βάσεων σε αμινοξέα.
- γ. το σύνολο των ενζύμων ενός κυττάρου.
- δ. ο τρόπος αντιστοίχισης των νουκλεοτιδίων μεταξύ τους.

Μονάδες 5

4. Το πλασμίδιο *Ti*

- α. υπάρχει σε όλα τα βακτήρια.
- β. χρησιμοποιείται στη μικροέγχυση.
- γ. χρησιμοποιείται στη γενετική τροποποίηση φυτών.
- δ. υπάρχει στο *Bacillus thuringiensis*.

Μονάδες 5

5. Το είδος του RNA που μεταφέρει στα ριβοσώματα την πληροφορία για τη σύνθεση μιας πολυπεπτιδικής αλυσίδας είναι το

- α. ριβοσωμικό RNA (rRNA).
- β. μικρό πυρηνικό RNA (snRNA).
- γ. αγγελιαφόρο RNA (mRNA).
- δ. μεταφορικό RNA (tRNA).

Μονάδες 5

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΘΕΜΑ 2°

A. Να μεταφέρετε στο τετράδιό σας τις παρακάτω προτάσεις, αφού συμπληρώσετε τα κενά με τις σωστές λέξεις.

1. Κάθε μόριο tRNA έχει μια ειδική τριπλέτα νουκλεοτιδίων, το , με την οποία προσδένεται, λόγω συμπληρωματικότητας, με το αντίστοιχο του mRNA.

Μονάδες 5

2. Οι περιοριστικές παράγονται από και ο φυσιολογικός τους ρόλος είναι να τα προστατεύουν από την εισβολή «ξένου» DNA.

Μονάδες 5

3. Η διαδικασία δημιουργίας κλώνων βακτηρίων ονομάζεται Το σύνολο των βακτηριακών κλώνων αποτελεί τη βιβλιοθήκη.

Μονάδες 5

B. Να απαντήσετε στις ερωτήσεις που ακολουθούν.

1. Ποιοι μικροοργανισμοί χαρακτηρίζονται ως υποχρεωτικά αερόβιοι και ποιοι ως υποχρεωτικά αναερόβιοι;

Μονάδες 5

2. Τι είναι το κωδικόνιο έναρξης και τι τα συνώνυμα κωδικόνια;

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 3°

A. Το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* που ζει στο έδαφος, παράγει μια τοξίνη η οποία είναι ισχυρότατο εντομοκτόνο. Ποια είναι τα στάδια της διαδικασίας παραγωγής ενός γενετικά τροποποιημένου φυτού που παρουσιάζει αντοχή στα έντομα αξιοποιώντας την παραπάνω ιδιότητα του βακτηρίου αυτού;

Μονάδες 10

B. Τι είναι τα διαγονιδιακά ζώα;

Μονάδες 5

Ποια πλεονεκτήματα έχει η χρήση των ζώων αυτών για την αύξηση της ζωικής παραγωγής έναντι της κλασικής μεθόδου των διασταυρώσεων;

Μονάδες 10

ΘΕΜΑ 4°

Δίνονται τα παρακάτω αμινοξέα και, δίπλα τους, τριπλέτες του γενετικού κώδικα που κωδικοποιούν τα αμινοξέα αυτά:

τυροσίνη (tyr) - UAU
φαινυλαλανίνη (phe) - UUU
προλίνη (pro) - CCC

- α. Αξιοποιώντας τις παραπάνω πληροφορίες να δώσετε το mRNA που κωδικοποιεί το ακόλουθο τμήμα πολυπεπτιδικής αλυσίδας:

..... - phe – phe – pro – tyr – tyr – pro -

Μονάδες 5

- β. Να γράψετε την κωδική αλυσίδα του DNA και τη συμπληρωματική της, προσδιορίζοντας το 3' και 5' άκρο καθεμιάς απ' αυτές.

Μονάδες 15

- γ. Πόσοι είναι οι δεσμοί υδρογόνου που σταθεροποιούν τις δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες στο παραπάνω μόριο του DNA;

Μονάδες 5

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ 2003

ΘΕΜΑ 1^ο

Οι σωστές απαντήσεις είναι:

1. α
2. γ
3. β
4. γ
5. γ

ΘΕΜΑ 2^ο

- A. 1.** Κάθε μόριο tRNA έχει μια ειδική τριπλέτα νουκλεοτιδίων, το **αντικωδικόνιο**, με την οποία προσδένεται, λόγω συμπληρωματικότητας, με το αντίστοιχο **κωδικόνιο** του mRNA.
- 2.** Οι περιοριστικές **ενδονουκλεάσες** παράγονται από **βακτήρια** και ο φυσιολογικός τους ρόλος είναι να τα προστατεύουν από την εισβολή «ξένου» DNA.
- 3.** Η διαδικασία δημιουργίας κλώνων βακτηρίων ονομάζεται **κλωνοποίηση**. Το σύνολο των βακτηριακών κλώνων αποτελεί τη **γονιδιωματική ή τη cDNA** βιβλιοθήκη.

Σημείωση: Στην πρόταση 3 υπάρχει μόνο ένα κενό, επομένως θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί είτε η λέξη γονιδιωματική είτε η λέξη cDNA καθώς και οι δύο είναι σωστές.

- B. 1.** Οι μικροοργανισμοί όταν βρεθούν σε κατάλληλες συνθήκες, αυξάνονται σε μέγεθος και διαιρούνται με αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού τους. Τα κύτταρα που προκύπτουν μετά από κάθε διαίρεση έχουν πρακτικά το ίδιο μέγεθος με το αρχικό κύτταρο. Ο ρυθμός ανάπτυξης ενός πληθυσμού μικροοργανισμών, δηλαδή ο ρυθμός με τον οποίο διαιρούνται τα κύτταρα του, καθορίζεται από το χρόνο διπλασιασμού. Κάθε είδος μικροοργανισμού έχει χαρακτηριστικό χρόνο διπλασιασμού.
- Οι παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο διπλασιασμού και κατά συνέπεια το ρυθμό ανάπτυξης των μικροοργανισμών είναι η διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών, το pH, το O₂ και η θερμοκρασία.
- Η παρουσία ή απουσία O₂ μπορεί να βοηθήσει ή να αναστείλει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Υπάρχουν μικροοργανισμοί που για την ανάπτυξή τους απαιτούν υψηλή συγκέντρωση O₂ (υποχρεωτικά αερόβιοι) όπως τα βακτήρια του γένους *Mycobacterium*. Άλλοι μικροοργανισμοί, όπως οι μύκητες που χρησιμοποιούνται στην αρτοποιία, ανήκουν στην κατηγορία των μικροοργανισμών που αναπτύσσονται παρουσία O₂ με ταχύτερο ρυθμό απ'ότι απουσία O₂ (προαιρετικά αερόβιοι). Τέλος, υπάρχουν μικροοργανισμοί όπως βακτήρια του γένους *Clostridium* για τους οποίους το O₂ είναι τοξικό (υποχρεωτικά αναερόβιοι).
- 2.** Με τη μεταγραφή, οι πληροφορίες που βρίσκονται στα γονίδια μεταφέρονται στο mRNA με βάση τη συμπληρωματικότητα των νουκλεοτιδικών βάσεων. Η αλληλουχία των βάσεων του mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες με βάση έναν

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

κώδικα αντιστοίχισης νουκλεοτιδίων mRNA με αμινοξέα πρωτεϊνών, ο οποίος ονομάζεται γενετικός κώδικας. Τα βασικά χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα είναι ότι είναι κώδικας τριπλέτας, συνεχής, μη επικαλυπτόμενος, σχεδόν καθολικός, εκφυλισμένος και έχει ένα κωδικόνιο έναρξης και τρία κωδικόνια λήξης της πρωτεϊνοσύνθεσης.

Ο γενετικός κώδικας χαρακτηρίζεται ως εκφυλισμένος. Με εξαίρεση δύο αμινοξέα (μεθειονίνη και τρυπτοφάνη) τα υπόλοιπα 18 κωδικοποιούνται από δύο μέχρι και έξι διαφορετικά κωδικόνια. Τα κωδικόνια που κωδικοποιούν το ίδιο αμινοξύ ονομάζονται συνώνυμα.

Το κωδικόνιο έναρξης σε όλους τους οργανισμούς είναι το $5'AUG_3'$ και κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη. Ονομάζεται κωδικόνιο έναρξης της μετάφρασης διότι είναι το πρώτο κωδικόνιο του mRNA που μεταφράζεται και σε αυτό προσδένεται το tRNA που φέρει το αμινοξύ μεθειονίνη.

ΘΕΜΑ 3^ο

- A. Το βακτήριο *Bacillus thuringiensis*, που ζει στο έδαφος παράγει μια ισχυρή τοξίνη, η οποία μπορεί να καταστρέψει πολλά είδη εντόμων και σκωλήκων και είναι 80.000 φορές πιο ισχυρή από πολλά εντομοκτόνα. Τα βακτήρια αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την καταπολέμηση των εντόμων. Αρχικά πολλαπλασιάζονται στο εργαστήριο και στη συνέχεια ψεκάζονται στον αγρό. Όμως η τεχνική αυτή είναι αρκετά δαπανηρή, επειδή τα βακτήρια δεν επιβιώνουν για μεγάλο χρονικό διάστημα και κατά συνέπεια χρειάζονται συνεχείς ψεκασμοί. Για το λόγο αυτό έγιναν προσπάθειες απομόνωσης του γονιδίου του βακτηρίου που παράγει την τοξίνη, και μεταφοράς του στα φυτά. Η μεταφορά στα φυτά έγινε με τη βοήθεια του πλασμιδίου Ti του *Agrobacterium tumefaciens*.

Το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens*, το οποίο ζει στο έδαφος, διαθέτει τη φυσική ικανότητα να μολύνει φυτικά κύτταρα μεταφέροντας σε αυτά ένα πλασμίδιο που ονομάζεται Ti (= tumor inducing factor). Το πλασμίδιο Ti ενσωματώνεται στο γενετικό υλικό των φυτικών κυττάρων, και δημιουργεί εξογκώματα (όγκους) στο σώμα των φυτών. Οι ερευνητές αφού απομόνωσαν το πλασμίδιο από το βακτήριο, κατόρθωσαν να απενεργοποιήσουν τα γονίδια που δημιουργούν τους όγκους τοποθετώντας στο πλασμίδιο το γονίδιο που θα προσδώσει στο φυτό μια επιθυμητή ιδιότητα. Το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο εισάγεται σε φυτικά κύτταρα που αναπτύσσονται σε ειδικές καλλιέργειες στο εργαστήριο. Τα τροποποιημένα αυτά φυτικά κύτταρα τελικά δίνουν ένα νέο φυτικό οργανισμό, που περιέχει και εκφράζει το ξένο γονίδιο. Τα διαγονιδιακά φυτά που δημιουργούνται έχουν την ικανότητα να μεταβιβάζουν τις νέες ιδιότητες στους απογόνους τους.

Τα γενετικά τροποποιημένα φυτά θα είναι έτσι ανθεκτικά στα διάφορα έντομα. Το πρώτο φυτό στο οποίο ενσωματώθηκε το γονίδιο της ανθεκτικότητας στα έντομα του *Bacillus thuringiensis* ήταν το καλαμπόκι. (Τα γενετικά τροποποιημένα φυτά αυτού του τύπου αποτελούν τις ποικιλίες Bt).

- B. Διαγονιδιακά ονομάζονται τα ζώα εκείνα στα οποία έχει τροποποιηθεί, με τεχνικές της τεχνολογίας του ανασυνδυασμένου DNA, το γενετικό υλικό τους με την προσθήκη νέων επιθυμητών γονιδίων απευθείας στον οργανισμό, συνήθως από κάποιο άλλο είδος. Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την είσοδο του «ξένου» DNA στα κύτταρα ενός ζώου. Η σημαντικότερη από αυτές είναι η μικροέγχυση. Στη μέθοδο

αυτή χρησιμοποιούνται ωάρια του ζώου που έχουν γονιμοποιηθεί στο εργαστήριο. Σε αυτά γίνεται εισαγωγή ξένου DNA με ειδική μικροβελόνα. Το ξένο γενετικό υλικό ενσωματώνεται συνήθως σε κάποιο από τα χρωμοσώματα του πυρήνα του ζυγωτού. Το ζυγωτό τοποθετείται στη συνέχεια στη μήτρα της «θετής» μητέρας, ενός ζώου στο οποίο θα αναπτυχθεί το έμβρυο. Η μικροέγχυση αποτελεί τη μοναδική μέθοδο δημιουργίας διαγονιδιακών αγελάδων, προβάτων, χοίρων και αιγών.

Ένας άλλος τρόπος βελτίωσης της ζωικής παραγωγής είναι οι ελεγχόμενες από τον άνθρωπο διασταυρώσεις των ζώων. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιείται επιλογή των ζώων που έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά π.χ. ζώα με μεγάλη κρεατοπαραγωγή. Τα ζώα αυτά διασταυρώνονται με σκοπό τη δημιουργία απογόνων με επιθυμητά χαρακτηριστικά. Αυτός ο τρόπος βελτίωσης της παραγωγής είναι χρονοβόρος και επίπονος, επειδή απαιτούνται συνεχείς διασταυρώσεις. Επιπλέον οι απόγονοι που προκύπτουν φέρουν συνήθως ορισμένους μόνο από τους επιθυμητούς χαρακτήρες μαζί με άλλες μη επιθυμητές ιδιότητες. Είναι φανερό ότι η χρησιμοποίηση διαγονιδιακών ζώων για την αύξηση της ζωικής παραγωγής παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι της κλασικής μεθόδου των διασταυρώσεων. Αυτά επιγραμματικά είναι τα παρακάτω:

- Επιλογή και προσθήκη μόνο επιθυμητών ιδιοτήτων με ταυτόχρονη διατήρηση των παλαιών επιθυμητών χαρακτηριστικών.
- Ταχύτατη παραγωγή βελτιωμένων ζώων σε σχέση με παραδοσιακές τεχνικές.

ΘΕΜΑ 4^ο

- α. Με τη μεταγραφή, οι πληροφορίες που βρίσκονται στα γονίδια μεταφέρονται στο mRNA με βάση τη συμπληρωματικότητα των νουκλεοτιδικών βάσεων. Η αλληλουχία των βάσεων του mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες με βάση ένα κώδικα αντιστοίχισης νουκλεοτιδίων mRNA με αμινοξέα πρωτεϊνών, ο οποίος ονομάζεται γενετικός κώδικας. Γι' αυτό η πρωτεϊνοσύνθεση είναι πραγματικά μία διαδικασία «μετάφρασης» από τη γλώσσα των βάσεων στη γλώσσα των αμινοξέων. Η μετάφραση του mRNA, δηλαδή η αντιστοίχιση των κωδικονίων σε αμινοξέα και η διαδοχική σύνδεση των αμινοξέων σε πολυπεπτιδική αλυσίδα, πραγματοποιείται στα ριβοσώματα με την βοήθεια των tRNA και τη συμμετοχή αρκετών πρωτεϊνών και ενέργειας.

Το mRNA που κωδικοποιεί λοιπόν το δοθέν τμήμα πολυπεπτιδικής αλυσίδας είναι:

5' ...UUU UUU CCC UAU UAU CCC...3' (1)

ή

5' ...CCC UAU UAU CCC UUU UUU...3' (2)

αναλόγως με τον προσανατολισμό δημιουργίας του πολυπεπτιδίου. Αν δηλαδή το πολυπεπτίδιο, τμήμα του οποίου αποτελεί το πεπτίδιο που δίνεται, έχει αμινοτελικό άκρο (H_2N) προς την φαινυλαλανίνη (phe) και καρβοξυτελικό άκρο ($COOH$) προς την προλίνη (pro), τότε το mRNA που το κωδικοποιεί είναι το (1) καθώς κατά την έναρξη της μετάφρασης, το mRNA συνδέεται μέσω της 5' αμετάφραστης περιοχής του με το rRNA της μικρής ριβοσωμικής υπομονάδας και στη συνέχεια η μετάφραση εξελίσσεται καθώς το ριβόσωμα κινείται πάνω στο mRNA “διαβάζοντάς” το με προσανατολισμό 5' → 3' και συνθέτοντας το πολυπεπτίδιο

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

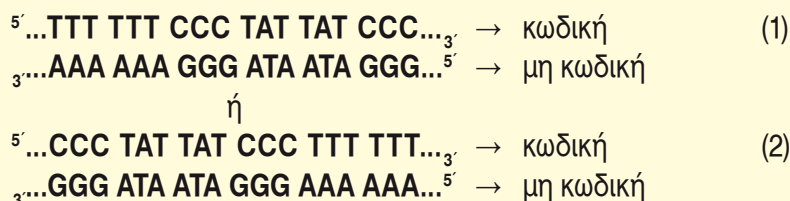
με προσανατολισμό από το H_2N προς το $COOH$ άκρο του. Αντίθετα, αν το πολυπεπτίδιο συντίθεται με αμινοτελικό άκρο (H_2N) προς την προλίνη (pro) και καρβοξυτελικό άκρο ($COOH$) προς την φαινυλαλανίνη (phe), τότε το mRNA που το κωδικοποιεί είναι το (2).

β. Όπως είπαμε, με τη μεταγραφή οι πληροφορίες που βρίσκονται στα γονίδια μεταφέρονται στο mRNA με βάση τη συμπληρωματικότητα των νουκλεοτιδικών βάσεων.

Κατά την έναρξη της μεταγραφής ενός γονιδίου η RNA πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή και προκαλεί τοπικό ξετύλιγμα της διπλής έλικας του DNA. Στη συνέχεια τοποθετεί τα ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια μιας αλυσίδας του DNA σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, όπως και στην αντιγραφή, με τη διαφορά ότι εδώ απέναντι από την αδενίνη τοποθετεί το ριβονουκλεοτίδιο ουρακίλη. Η RNA πολυμεράση συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια που προστίθενται το ένα μετά το άλλο, με $3' \rightarrow 5'$ φωσφοδιεστερικό δεσμό. Η μεταγραφή έχει προσανατολισμό $5' \rightarrow 3'$ όπως και η αντιγραφή. Η σύνθεση του RNA σταματά στο τέλος του γονιδίου, όπου ειδικές αλληλουχίες οι οποίες ονομάζονται αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής, επιτρέπουν την απελευθερωσή του.

Το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική. Το RNA είναι το κινητό αντίγραφο της πληροφορίας ενός γονιδίου.

Επομένως, το δοθέν τμήμα πολυπεπτιδίου κωδικοποιείται από το παρακάτω γονίδιο στο οποίο φαίνονται η κωδική και η μη κωδική αλυσίδα του.



Το γονίδιο (1) μεταγράφεται στο mRNA (1) και το γονίδιο (2) μεταγράφεται στο mRNA (2), αναλόγως με τον προσανατολισμό του δοθέντος πεπτιδίου.

γ. Σύμφωνα με το μοντέλο της διπλής έλικας του DNA, οι αζωτούχες βάσεις της μίας αλυσίδας του μορίου συνδέονται με δεσμούς υδρογόνου με τις αζωτούχες βάσεις της απέναντι αλυσίδας με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων. Η αδενίνη συνδέεται μόνο με τη θυμίνη και αντιστρόφως, ενώ η κυτοσίνη μόνο με γουανίνη και αντιστρόφως. Οι δεσμοί υδρογόνου που αναπτύσσονται μεταξύ των βάσεων σταθεροποιούν τη δευτεροταγή δομή του μορίου. Ανάμεσα στην αδενίνη και τη θυμίνη σχηματίζονται δύο δεσμοί υδρογόνου και ανάμεσα στη γουανίνη και την κυτοσίνη τρεις. Επομένως στο παραπάνω τμήμα DNA αφού τα ζεύγη $A = T$ είναι δώδεκα και τα ζεύγη $G \equiv C$ είναι έξι έχουμε:

$(12 \times 2) + (3 \times 6) = 24 + 18 = 42$ δεσμοί υδρογόνου που σταθεροποιούν τις δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες στο παραπάνω τμήμα DNA.

**ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Δ' ΤΑΞΗΣ
ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ 2004
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ**

ΘΕΜΑ 1^ο

Στις ημιτελείς προτάσεις 1 έως 5, να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της βασικής φράσης και, δίπλα του, το γράμμα που αντιστοιχεί στο σωστό συμπλήρωμά της.

1. Το γεγονός ότι κάθε νουκλεοτίδιο του γενετικού κώδικα ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο οδηγεί στο χαρακτηρισμό του κώδικα ως

- α. συνεχούς.
- β. μη επικαλυπτόμενου.
- γ. εκφυλισμένου.
- δ. σχεδόν καθολικού.

Μονάδες 5

2. Στα ευκαρυωτικά κύτταρα, το γενετικό υλικό κατανέμεται

- α. στον πυρήνα.
- β. στα μιτοχόνδρια και στο πλασμίδιο.
- γ. στον πυρήνα, στα μιτοχόνδρια και στους χλωροπλάστες.
- δ. στον πυρήνα και στα ριβοσώματα.

Μονάδες 5

3. Η ποσότητα του DNA είναι

- α. ίδια σε όλα τα είδη των σωματικών κυττάρων ενός οργανισμού.
- β. διπλάσια στα ηπατικά κύτταρα των οργανισμών.
- γ. μικρότερη στους περισσότερους εξελιγμένους οργανισμούς.
- δ. η μισή στα διπλοειδή κύτταρα σε σχέση με τα απλοειδή.

Μονάδες 5

4. Μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα σχηματίζεται από την ένωση των νουκλεοτιδίων με

- α. δεσμούς υδρογόνου.
- β. φωσφοδιεστερικούς δεσμούς.
- γ. πεπτιδικούς δεσμούς.
- δ. ετεροπολικούς δεσμούς.

Μονάδες 5

5. Η ινσουλίνη είναι μια ορμόνη που ρυθμίζει

- α. το μεταβολισμό των υδατανθράκων στο αίμα.
- β. τη συγκέντρωση των πρωτεϊνών στο αίμα.
- γ. τη συγκέντρωση των αλάτων στο αίμα.
- δ. το μεταβολισμό της χοληστερόλης.

Μονάδες 5

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

ΘΕΜΑ 2°

A. Ποιες είναι συνοπτικά οι λειτουργίες του γενετικού υλικού;

Μονάδες 15

B. Να μεταφέρετε στο τετράδιό σας τις παρακάτω προτάσεις, συμπληρώνοντας τα κενά με τις σωστές λέξεις.

1. Οι αδελφές χρωματίδες είναι συνδεδεμένες στο

Μονάδες 2

2. Η διαδικασία δημιουργίας κλώνων βακτηρίων ονομάζεται

Μονάδες 2

3. Κάθε νουκλεοτίδιο του DNA αποτελείται από μια πεντόζη, τη, ενωμένη με μία φωσφορική ομάδα και μια

Μονάδες 4

4. Τα κύτταρα, στα οποία το γονιδίωμα υπάρχει σε ένα μόνο αντίγραφο, ονομάζονται

Μονάδες 2

ΘΕΜΑ 3°

A. Τι είναι τα διαγονιδιακά ή γενετικά τροποποιημένα φυτά;

Μονάδες 5

B. Να περιγράψετε τη μέθοδο δημιουργίας των διαγονιδιακών φυτών.

Μονάδες 15

Γ. Να αναφέρετε δύο δυνατότητες που μπορούν να προσφέρουν στους αγρότες τα γενετικά τροποποιημένα φυτά.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 4°

Η παρακάτω καμπύλη αποδίδει την ανάπτυξη μικροοργανισμών του είδους *Escherichia coli* σε κάποια κλειστή καλλιέργεια.

A. Πώς ονομάζεται η φάση από τη χρονική στιγμή t_0 έως και t_1 και τι συμβαίνει με τον πληθυσμό των μικροοργανισμών;

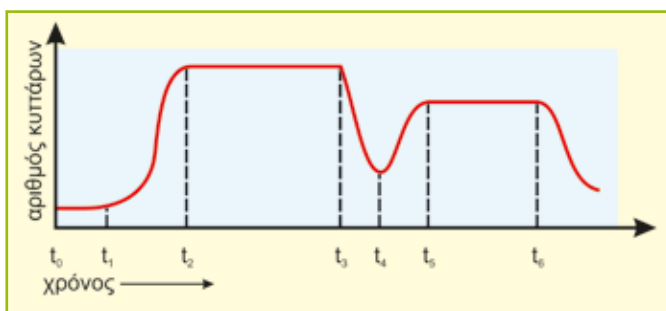
Μονάδες 5

B. Πού οφείλεται η αύξηση του αριθμού των μικροοργανισμών που παρατηρείται στο διάστημα από t_1 έως t_2 και πώς ονομάζεται η φάση αυτή;

Μονάδες 5

Γ. Τη χρονική στιγμή t_3 , και ενώ η σταθερή φάση είναι σχεδόν στο μέσον της, από βλάβη στο βιοαντιδραστήρα η θερμοκρασία ανεβαίνει απότομα στους 80°C . Η βλάβη αποκαθίσταται ταχύτατα. Να ερμηνεύσετε τις μεταβολές του πληθυσμού των μικροοργανισμών από τη στιγμή t_3 και μετά, όπως αυτές περιγράφονται από την καμπύλη ανάπτυξης.

Μονάδες 15



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ 2004

ΘΕΜΑ 1°

Οι σωστές απαντήσεις είναι:

1. β
2. γ

Σημείωση: Αν και δε γίνεται διευκρίνιση ότι τα ευκαρυωτικά κύτταρα που αναφέρονται στην εκφώνηση είναι φυτικά. Η διατύπωση θα ήταν σωστή αν ανέφερε τι είδους ευκαρυωτικά κύτταρα είναι (ζωικά ή φυτικά). Στην περίπτωση που τα κύτταρα ήταν ζωικά, καμία από τις προτεινόμενες επιλογές δε θα ήταν σωστή. Εναλλακτικά η διατύπωση θα μπορούσε να τελειώνει με τη λέξη “κυρίως”, οπότε τότε η σωστή απάντηση θα ήταν η α.

3. α

Σημείωση: Σύμφωνα με την διατύπωση της πρότασης α, δεν γίνεται σαφές σε ποια φάση του κυτταρικού κύκλου βρίσκονται τα κύτταρα. Όπως γνωρίζουμε όμως, μετά την αντιγραφή του DNA η ποσότητα του γενετικού υλικού του κυττάρου διπλασιάζεται. Η πρόταση α θα ήταν απολύτως σωστή αν συνέχιζοταν με τη φράση “που βρίσκονται στην ίδια φάση του κυτταρικού κύκλου”.

4. β
5. α

ΘΕΜΑ 2°

A. Το DNA αποτελεί το γενετικό υλικό όλων των κυττάρων και των περισσότερων ιών. Κάποιοι ιοί έχουν ως γενετικό υλικό RNA (RNA-ιοί).

Συνοπτικά οι λειτουργίες του γενετικού υλικού είναι:

- Η αποθήκευση της γενετικής πληροφορίας. Στο DNA των οργανισμών (και στο RNA των RNA-ιών) περιέχονται οι πληροφορίες που καθορίζουν τα χαρακτηριστικά ενός οργανισμού και είναι οργανωμένες σε λειτουργικές μονάδες τα γονίδια.
- Η διατήρηση και μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας από κύτταρο σε κύτταρο και από οργανισμό σε οργανισμό που εξασφαλίζεται με τον αυτοδιπλασιασμό του DNA.
- Η έκφραση της γενετικής πληροφορίας που εξασφαλίζεται με τον έλεγχο της σύνθεσης των πρωτεϊνών.

- B.**
1. Οι αδελφές χρωματίδες είναι συνδεδεμένες στο **κεντρομερίδιο**.
 2. Η διαδικασία δημιουργίας κλώνων βακτηρίων ονομάζεται **κλωνοποίηση**.
 3. Κάθε νουκλεοτίδιο του DNA αποτελείται από μια πεντόζη, τη **δεοξυριβόζη** ενωμένη με μια φωσφορική ομάδα και μια **αζωτούχο βάση**.
 4. Τα κύτταρα στα οποία το γονιδίωμα υπάρχει σε ένα μόνο αντίγραφο ονομάζονται **απλοειδή**.

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

ΘΕΜΑ 3°

- A.** Με τη Γενετική Μηχανική δίνεται η δυνατότητα προσθήκης νέων γονιδίων απευθείας στον οργανισμό. Είναι έτσι δυνατή η δημιουργία σε σύντομο χρονικό διάστημα γενετικά τροποποιημένων φυτών με επιθυμητά χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα ανθεκτικότητα σε ασθένειες. Τα φυτά τα οποία έχουν υποστεί αλλαγή του γενετικού υλικού τους με τη χρήση τεχνικών Γενετικής Μηχανικής, ονομάζονται διαγονιδιακά ή γενετικά τροποποιημένα.
- B.** Το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens* που ζει στο έδαφος, έχει τη φυσική ικανότητα να μολύνει φυτικά κύτταρα μεταφέροντας σε αυτά το πλασμίδιο Ti, το οποίο ενσωματώνεται στο γενετικό υλικό των φυτικών κυττάρων και δημιουργεί όγκους στο σώμα των φυτών. Οι ερευνητές κατάφεραν να απομονώσουν το πλασμίδιο Ti από το βακτήριο και να απενεργοποιήσουν τα γονίδια που δημιουργούν τους όγκους τοποθετώντας στο πλασμίδιο το επιθυμητό γονίδιο. Στη συνέχεια εισήγαγαν τα ανασυνδυασμένα πλασμίδια σε φυτικά κύτταρα που αναπτύσσονται σε ειδικές καλλιέργειες στο εργαστήριο και από αυτά τα κύτταρα προκύπτουν φυτά που περιέχουν και εκφράζουν το επιθυμητό γονίδιο. Τα διαγονιδιακά φυτά έχουν την ικανότητα να μεταβιβάζουν τις νέες ιδιότητες και στους απογόνους τους.
- Γ.** Η δημιουργία διαγονιδιακών φυτών δίνει τη δυνατότητα: Να προφυλλάσσονται αποτελεσματικά οι καλλιέργειες από έντομα και ζιζάνια και τα προϊόντα που παράγονται να έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από το χωράφι έως τον καταναλωτή. Τα κυριότερα φυτά που έχουν τροποποιηθεί για τις παραπάνω ιδιότητες είναι το βαμβάκι, ο καπνός, η ελαιοκράμβη και το καλαμπόκι.

ΘΕΜΑ 4°

- A.** Ένας τύπος ζύμωσης που εφαρμόζεται ευρέως ανάλογα με το επιθυμητό προϊόν είναι η κλειστή καλλιέργεια. Σ' αυτόν τον τύπο ζύμωσης τοποθετείται στο βιοαντιδραστήρα ορισμένη ποσότητα αποστειρωμένου θρεπτικού υλικού, η οποία εμβολιάζεται με αρχική καλλιέργεια μικροοργανισμών. Η καλλιέργεια συνεχίζεται μέχρι την παραγωγή επιθυμητού προϊόντος. Στην κλειστή καλλιέργεια οι φάσεις ανάπτυξης των μικροοργανισμών είναι η λανθάνουσα, η εκθετική, η στατική και η φάση θανάτου.
- Η φάση μεταξύ των χρονικών στιγμών t_0 - t_1 ονομάζεται λανθάνουσα φάση. Στη φάση αυτή ο αριθμός των μικροοργανισμών που προέρχονται από την αρχική καλλιέργεια παραμένει σχεδόν σταθερός καθώς οι μικροοργανισμοί στη φάση αυτή χρειάζονται κάποιο χρονικό διάστημα για να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες και να αρχίσουν να αναπτύσσονται.
- B.** Η φάση μεταξύ των χρονικών στιγμών t_1 - t_2 ονομάζεται εκθετική φάση. Οι μικροοργανισμοί μετά τη λανθάνουσα φάση διαιρούνται με ταχύ ρυθμό, επειδή η καλλιέργεια πραγματοποιείται κάτω από άριστες γι' αυτούς συνθήκες θερμοκρασίας, pH, συγκέντρωσης O_2 και στο υλικό καλλιέργειας υπάρχουν άφθονα θρεπτικά συστατικά. Σε αυτή τη φάση ο αριθμός των μικροοργανισμών αυξάνεται εκθετικά με το χρόνο.
- Γ.** Τη χρονική στιγμή t_3 , η θερμοκρασία στο βιοαντιδραστήρα ανεβαίνει απότομα στους $80^\circ C$, ενώ ο πληθυσμός των μικροοργανισμών βρισκόταν στη στατική φάση. Στη φάση αυτή ο αριθμός των μικροοργανισμών παραμένει πρακτικά σταθερός καθώς το θρεπτικό υλικό στο βιοαντιδραστήρα δεν επαρκεί ή αυξάνεται η συγκέντρωση κάποιου τοξικού παράγοντα,

προϊόντος του μεταβολισμού των μικροοργανισμών. Λόγω της ξαφνικής αυτής αύξησης της θερμοκρασίας οι μικροοργανισμοί αρχίζουν και πεθαίνουν. Η θερμοκρασία ξαναφτάνει σε φυσιολογικά επίπεδα μετά από χρονικό διάστημα τέτοιο ώστε να μην έχουν πεθάνει όλοι οι μικροοργανισμοί, αλλά να επιζήσει ένας μικρός αριθμός τους (όσοι αντιστοιχούν στην χρονική στιγμή t_4). Για το συγκεκριμένο αριθμό μικροοργανισμών που έχει απομείνει τώρα στο βιοαντιδραστήρα, το θρεπτικό υλικό είναι και πάλι αρκετό για την ανάπτυξή τους, το ίδιο και οι συνθήκες θερμοκρασίας, pH και συγκέντρωσης O_2 . Εάν η αιτία της στατικής φάσης t_2 - t_3 ήταν η αυξημένη συγκέντρωση κάποιου τοξικού μεταβολίτη τότε αυτή εξαιτίας της αλλαγής των συνθηκών στον βιοαντιδραστήρα λόγω της βλάβης (υψηλή θερμοκρασία) πιθανόν μειώθηκε. Γι' αυτό από τη χρονική στιγμή t_4 έως τη χρονική στιγμή t_5 παρατηρούμε ότι ο αριθμός των μικροοργανισμών αυξάνεται και πάλι. Τη στιγμή t_5 όμως οι μικροοργανισμοί ξαναμπαίνουν και πάλι στη στατική φάση, η οποία τώρα επιτυγχάνεται σε χαμηλότερα επίπεδα πληθυσμού καθώς το θρεπτικό υλικό εξαντλείται ή αυξήθηκε αρκετά πάλι η συγκέντρωση κάποιου τοξικού μεταβολίτη των επιζώντων μικροοργανισμών. Ο αριθμός των μικροοργανισμών παραμένει πρακτικά σταθερός εφόσον βρίσκεται σε στατική φάση έως τη στιγμή t_6 , όπου οι μικροοργανισμοί μπαίνουν στη φάση θανάτου και πεθαίνουν, οπότε ο πληθυσμός των μικροοργανισμών μειώνεται.

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Δ' ΤΑΞΗΣ
ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ 2005
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΘΕΜΑ 1°

A. Για τις ημιτελείς προτάσεις 1 έως και 5, να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της φράσης και δίπλα του το γράμμα που αντιστοιχεί στο σωστό συμπλήρωμά της.

1. Οι DNA πολυμεράσες, μεταξύ άλλων,

- α.** καταλύουν την ωρίμανση του πρόδρομου mRNA.
- β.** αρχίζουν την αντιγραφή του DNA.
- γ.** επιδιορθώνουν λάθη που συμβαίνουν στην αντιγραφή του DNA.
- δ.** συνδέουν τα κομμάτια της ασυνεχούς αλυσίδας του DNA.

Μονάδες 3

2. Τα πλασμίδια

- α.** είναι δίκλωνα, κυκλικά μόρια DNA με διάφορα μεγέθη.
- β.** απαντούν σε όλους τους ευκαρυωτικούς οργανισμούς.
- γ.** φέρουν πληροφορίες για πρωτεΐνες με αντιγονική δράση.
- δ.** αποτελούν βασικό συστατικό του νουκλεοσώματος.

Μονάδες 3

3. Η επιλογή ενός βακτηριακού κλώνου που περιέχει το επιθυμητό τμήμα DNA γίνεται με

- α.** χρήση αντιβιοτικών.
- β.** χρήση ειδικών μορίων ανιχνευτών.
- γ.** ένζυμα πρωτεϊνοσύνθεσης.
- δ.** χρήση βιοαντιδραστήρων.

Μονάδες 3

4. Η κλωνοποίηση είναι διαδικασία

- α.** παραγωγής αντισωμάτων.
- β.** δημιουργίας πανομοιότυπων μορίων, κυττάρων ή οργανισμών.
- γ.** αύξησης του χρόνου διπλασιασμού των κυττάρων.
- δ.** δημιουργίας της συμπληρωματικής αλυσίδας σε μονόκλωνο μόριο DNA.

Μονάδες 3

5. Ως ημιαυτόνομα οργανίδια χαρακτηρίζονται

- α.** τα μιτοχόνδρια και τα ριβοσώματα.
- β.** οι χλωροπλάστες και ο πυρήνας.
- γ.** οι χλωροπλάστες και τα μιτοχόνδρια.
- δ.** τα ζεύγη των φυλετικών χρωμοσωμάτων.

Μονάδες 3

B. Ποιες είναι, συνοπτικά, οι λειτουργίες του γενετικού υλικού;

Μονάδες 10

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

ΘΕΜΑ 2^ο

- A. Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό κάθε στοιχείου της Στήλης I και δίπλα στον αριθμό αυτό το γράμμα από στοιχείο της Στήλης II, ώστε να προκύπτει σωστή αντιστοίχιση. Δύο στοιχεία της Στήλης II περισσεύουν.

I	II
1. αντικωδικόνιο	α. αδελφές χρωματίδες
2. κεντρομερίδιο	β. ορμόνη
3. βιοαντιδραστήρας	γ. υβρίδωμα
4. διαγονιδιακά ζώα	δ. tRNA
5. ινσουλίνη	ε. μικροέγχυση
	ζ. ιντερφερόνη
	η. ζύμωση

Μονάδες 10

- B. Για καθεμιά από τις επόμενες προτάσεις να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της και ακριβώς δίπλα την ένδειξη Σ, αν η πρόταση είναι σωστή, ή Λ, αν αυτή είναι λανθασμένη.

1. Ο γενετικός κώδικας είναι μη επικαλυπτόμενος, δηλαδή κάθε κωδικόνιο ανήκει σε ένα μόνο νουκλεοτίδιο.

Μονάδες 3

2. Η ποσότητα του DNA σε κάθε οργανισμό είναι σταθερή και δεν μεταβάλλεται από τις αλλαγές στο περιβάλλον.

Μονάδες 3

3. Οι μικροοργανισμοί για τους οποίους το οξυγόνο είναι τοξικό χαρακτηρίζονται ως υποχρεωτικά αναερόβιοι.

Μονάδες 3

4. Η γονιδιακή θεραπεία στηρίζεται στην εφαρμογή της τεχνολογίας του ανασυνδυασμένου DNA.

Μονάδες 3

5. Το πλασμίδιο Ti υπάρχει σε όλα τα διαγονιδιακά ζώα.

Μονάδες 3

ΘΕΜΑ 3^ο

Ο οργανισμός μας είναι ικανός να παράγει αντισώματα εναντίον κάθε ξένου αντιγόνου.

1. Πώς ο αντιγονικός καθοριστής σχετίζεται με την παραγωγή μονοκλωνικών αντισωμάτων από τον οργανισμό;

Μονάδες 10

2. Πώς παράγονται στο εργαστήριο μεγάλες ποσότητες μονοκλωνικών αντισωμάτων για ένα επιλεγμένο αντιγόνο;

Μονάδες 15

ΘΕΜΑ 4^ο

Η αλληλουχία των βάσεων ενός βακτηριακού mRNA είναι:

AUGAAAUUUCCCGGGGAUUGAUA

1. Να γράψετε στο τετράδιό σας την αλληλουχία των βάσεων του δίκλωνου μορίου DNA από το οποίο προήλθε.
Μονάδες 8
2. Πόσα αμινοξέα συγκροτούν την ολιγοπεπτιδική αλυσίδα που θα προκύψει από την μετάφραση του παραπάνω μορίου mRNA; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
Μονάδες 6
3. Να γράψετε στο τετράδιό σας το μόριο του mRNA επισημαίνοντας το 5' και το 3' άκρο της αλυσίδας του.
Μονάδες 2
4. Στο μόριο του mRNA που σας δόθηκε υπάρχει μία τριπλέτα η οποία, σύμφωνα με το γενετικό κώδικα, απαντάται σε κάθε μόριο mRNA. Ποια είναι αυτή, πώς ονομάζεται και ποιο αμινοξύ κωδικοποιεί;

Μονάδες 9

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ 2005

ΘΕΜΑ 1^ο

A. Οι σωστές απαντήσεις είναι:

1. γ
2. α

Σημείωση: Το γ δεν αποκλείεται, αλλά ξεφεύγει από τις γνώσεις του σχολικού βιβλίου.

3. β

Σημείωση: Το α δεν αποκλείεται υπό προϋποθέσεις. Όταν π.χ. γίνεται κλωνοποίηση σε βακτήρια προϊόντων PCR.

4. β
5. γ

B. Το DNA αποτελεί το γενετικό υλικό όλων των κυττάρων και των περισσότερων ιών. Κάποιοι ιοί έχουν ως γενετικό υλικό RNA (RNA-ιοί).

Συνοπτικά οι λειτουργίες του γενετικού υλικού είναι:

- Η αποθήκευση της γενετικής πληροφορίας. Στο DNA (ή στο RNA των RNA ιών) περιέχονται οι πληροφορίες που καθορίζουν όλα τα χαρακτηριστικά ενός οργανισμού και οι οποίες οργανώνονται σε λειτουργικές μονάδες, τα γονίδια.
- Η διατήρηση και η μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας από κύτταρο σε κύτταρο και από οργανισμό σε οργανισμό, που εξασφαλίζονται με τον αυτοδιπλασιασμό του DNA.
- Η έκφραση των γενετικών πληροφοριών, που επιτυγχάνεται με τον έλεγχο της σύνθεσης των πρωτεϊνών.

ΘΕΜΑ 2^ο

- A. 1. δ
2. α
 3. η
 4. ε
 5. β

- B. 1. Λ
2. Σ
 3. Σ
 4. Σ
 5. Λ

ΘΕΜΑ 3^ο

1. Τα αντισώματα είναι πρωτεϊνικά μόρια, που παράγονται από τα Β-λεμφοκύτταρα του ανοσοποιητικού μας συστήματος, όταν ένα αντιγόνο (παθογόνος μικροοργανισμός, ιός ή ξένο υλικό) προσβάλλει τον οργανισμό. Τα αντισώματα αντιδρούν με το αντιγόνο και το εξουδετερώνουν.

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

Ο οργανισμός μας είναι ικανός να παράγει αντισώματα εναντίον κάθε ξένου αντιγόνου. Στην πραγματικότητα ένα αντίσωμα αναγνωρίζει μόνο μία περιοχή του αντιγόνου, η οποία ονομάζεται αντιγονικός καθοριστής. Ένα μεγάλο αντιγόνο, π.χ. ένας μικροοργανισμός, έχει πολλούς αντιγονικούς καθοριστές γι' αυτό παράγονται πολλά είδη αντισωμάτων εναντίον του.

Κάθε είδος αντισώματος που αναγνωρίζει έναν αντιγονικό καθοριστή παράγεται από μια ομάδα όμοιων Β-λεμφοκυττάρων, που αποτελούν ένα κλώνο. Τα αντισώματα που παράγονται από έναν κλώνο Β-λεμφοκυττάρων ονομάζονται μονοκλωνικά.

2. Η τεχνική της παραγωγής μονοκλωνικών αντισωμάτων στο εργαστήριο αναπτύχθηκε το 1975 και ακολουθεί την εξής διαδικασία: Ένα επιλεγμένο αντιγόνο χορηγείται με ένεση σε ποντίκι και προκαλεί ανοσολογική αντίδραση με αποτέλεσμα να αρχίσει η παραγωγή αντισωμάτων από εξειδικευμένα Β-λεμφοκύτταρα. Ύστερα από δύο εβδομάδες αφαιρείται ο σπλήνας και απομονώνονται τα Β-λεμφοκύτταρα. Τα κύτταρα αυτά συντήκονται με καρκινικά κύτταρα και παράγονται τα υβριδώματα που παράγουν μονοκλωνικά αντισώματα. Τα υβριδώματα μπορούν να φυλάσσονται για μεγάλα χρονικά διαστήματα στην κατάψυξη (-80°C) και να παράγουν οποιαδήποτε στιγμή το συγκεκριμένο μονοκλωνικό αντίσωμα σε μεγάλες ποσότητες. Η τεχνική αυτή αναπτύχθηκε καθώς τα Β-λεμφοκύτταρα δεν επιβιώνουν για πολύ έξω από το σώμα και δεν μπορούν να διατηρηθούν σε κυτταροκαλλιέργειες. Την ιδιότητα αυτή την αποκτούν ύστερα από σύντηξη με καρκινικά κύτταρα. Τα υβριδικά κύτταρα που παράγονται ονομάζονται υβριδώματα και μπορούν να παράγουν μεγάλες ποσότητες ενός μονοκλωνικού αντισώματος.

ΘΕΜΑ 4^ο

1. Με τη μεταγραφή οι πληροφορίες που βρίσκονται στα γονίδια μεταφέρονται στο mRNA με βάση τη συμπληρωματικότητα των νουκλεοτιδικών βάσεων. Το δίκλωνο τμήμα DNA από το οποίο προήλθε το δοθέν τμήμα βακτηριακού mRNA είναι:

...ATG AAA TTT CCC GGG GAT TGA TAA...
...TAC TTT AAA GGG CCC CTA ACT ATT...

Κατά τη μεταγραφή, το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου, ονομάζεται κωδική. Το RNA είναι το κινητό αντίγραφο της πληροφορίας ενός γονιδίου.

2. Η αλληλουχία των βάσεων του mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες με βάση έναν κώδικα αντιστοίχισης νουκλεοτιδίων RNA με αμινοξέα πρωτεϊνών, που ονομάζεται γενετικός κώδικας. Με βάση το γεγονός ότι ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μια τριάδα νουκλεοτιδίων, το κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ. Ο γενετικός κώδικας είναι συνεχής, δηλαδή το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο. Ο γενετικός κώδικας επίσης είναι μη επικαλυπτόμενος, δηλαδή κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο και ακόμη ο γενετικός κώδικας έχει κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνια λήξης. Το κωδικόνιο έναρξης σε όλους τους οργανισμούς είναι το $^5\text{AUG}_3$ και κωδικοποιεί για το αμινοξύ μεθειονίνη. Υπάρχουν τρία κωδι-

κόνια λήξης, τα $5' \text{UAG}_3$, $5' \text{UGA}_3$ και $5' \text{UAA}_3$. Η παρουσία των κωδικονίων αυτών στο μόριο του mRNA οδηγεί στον τερματισμό της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας.

Τέλος, κατά τη μετάφραση του mRNA πραγματοποιείται η αντιστοίχιση των κωδικονίων σε αμινοξέα και η διαδοχική σύνδεση των αμινοξέων σε πολυπεπτιδική αλυσίδα.

Διαβάζοντας με βήμα τριπλέτας το δοθέν βακτηριακό mRNA από τα δεξιά προς τα αριστερά δεν εντοπίζουμε κωδικόνιο έναρξης ($5' \text{AUG}_3$), αντίθετα διαβάζοντάς το, από τα αριστερά προς τα δεξιά εντοπίζουμε κωδικόνιο έναρξης ($5' \text{AUG}_3$) (πρώτο κωδικόνιο) και μετά από αριθμό νουκλεοτιδίων, ακέραιο πολλαπλάσιο του τρία, συγκεκριμένα μετά από δεκαπέντε νουκλεοτίδια ή πέντε κωδικόνια, εντοπίζουμε και το πρώτο κωδικόνιο λήξης ($5' \text{UGA}_3$ προτελευταία τριπλέτα).

Επομένως, δεδομένου ότι το κωδικόνιο λήξης δε μεταφράζεται σε κάποιο αμινοξύ, ο αριθμός των αμινοξέων που συγκροτούν την ολιγοπεπτιδική αλυσίδα που θα προκύψει από τη μετάφραση του δοθέντος βακτηριακού mRNA, θα είναι έξι. Τα βακτηριακά mRNA δεν υφίσταται ωρίμανση, οπότε δεν μπορεί να είναι μικρότερος ο αριθμός των αμινοξέων.

3. Η RNA πολυμεράση, το ένζυμο που πραγματοποιεί τη μεταγραφή, συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια, που προστίθενται το ένα μετά το άλλο, με $3' \rightarrow 5'$ φωσφοδιεστερικό δεσμό. Η μεταγραφή επομένως έχει προσανατολισμό $5' \rightarrow 3'$. Δηλαδή το παραγόμενο mRNA δημιουργείται με προσανατολισμό $5' \rightarrow 3'$ και κατά τη μετάφρασή του, το ριβόσωμα κινείται κατά μήκος του mRNA από το $5'$ άκρο του προς το $3'$ άκρο του. Δηλαδή το κωδικόνιο έναρξης ($5' \text{AUG}_3$) βρίσκεται προς το $5'$ άκρο του mRNA ενώ το κωδικόνιο λήξης ($5' \text{UGA}_3$) προς το $3'$ άκρο του mRNA. Συνεπώς ο προσανατολισμός του δοθέντος mRNA είναι:

$5' \dots \text{AUGAAAUUUCCCGGGGAUUGAUAA} \dots 3'$

Το παραγόμενο από τη μεταγραφή mRNA έχει αντιπαράλληλο προσανατολισμό με τη μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου, αφού η αλυσίδα αυτή του γονιδίου είναι η μεταγραφόμενη και επομένως είναι συμπληρωματική προς το mRNA, ενώ η κωδική αλυσίδα του γονιδίου έχει τον ίδιο προσανατολισμό και αλληλουχία νουκλεοτιδίων με το mRNA, μόνο που αντί για ριβονουκλεοτίδια που έχει το mRNA, η κωδική αλυσίδα έχει δεοξυριβονουκλεοτίδια. Επομένως το γονίδιο του υποερωτήματος 1 έχει τον παρακάτω προσανατολισμό:

$5' \dots \text{ATGAAATTTCCCGGGGATTGATAA} \dots 3' \rightarrow$ κωδική
 $3' \dots \text{TACTTTAAAGGGCCCTAATCTT} \dots 5' \rightarrow$ μη κωδική

4. Το κωδικόνιο έναρξης της μετάφρασης είναι το ίδιο σε όλους τους οργανισμούς και είναι το $5' \text{AUG}_3$ που κωδικοποιεί για το αμινοξύ μεθειονίνη. Το πρώτο κωδικόνιο του mRNA που μεταφράζεται, είναι πάντοτε $5' \text{AUG}_3$ και σε αυτό προσδένεται το tRNA που φέρει το αμινοξύ μεθειονίνη.

Σημείωση: Το βακτηριακό mRNA, ως προϊόν της μεταγραφής ενός βακτηριακού γονιδίου που δεν οργανώνεται σε οπερόνιο, εκτός από την μεταφράσιμη περιοχή του, που αποτελείται από το κωδικόνιο έναρξης και όλες τις τριπλέτες νουκλεοτιδίων μέχρι πριν το κωδικόνιο λήξης, αποτελείται επίσης από την $5'$ και $3'$ αμετάφραστη περιοχή, δύο περιοχές με ορισμένους ρόλους στην έκφραση της γενετικής πληροφορίας, που όμως δεν μεταφράζονται σε αμι-

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

νοξέα. Η μία βρίσκεται στο 5' άκρο του mRNA (αντίστοιχα και του γονιδίου) και η άλλη στο 3' άκρο του (αντίστοιχα και του γονιδίου). Έτσι η λέξη "μόριου" στη διατύπωση του 1^{ου} υποερωτήματος του 4^{ου} θέματος θεωρείται μη επιτυχής καθώς ένα βακτηριακό γονίδιο που δεν είναι δομικό γονίδιο οπερονίου αποτελείται από την 5' αμετάφραστη περιοχή, το μεταφράσιμο τμήμα, το κωδικόνιο λήξης, την 3' αμετάφραστη περιοχή και τις αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής, επίσης μπροστά από το γονίδιο υπάρχει σίγουρα μία αλληλουχία DNA, ο υποκινητής. Ακόμη είναι αδύνατο ολόκληρο το κυρίως μόριο DNA του βακτήριου ή έστω ένα ολόκληρο πλασμίδιό του (εάν διαθέτει) να αποτελείται μόνο από αυτό το γονίδιο και να μην φέρει και άλλες αλληλουχίες DNA.

ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Δ' ΤΑΞΗΣ
ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ 2006
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΘΕΜΑ 1^ο

A. Για τις ημιτελείς προτάσεις 1 έως και 5, να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της φράσης και δίπλα του το γράμμα που αντιστοιχεί στο σωστό συμπλήρωμά της.

1. Η μεταγραφή του DNA καταλύεται από την

- α.** DNA πολυμεράση.
- β.** RNA πολυμεράση.
- γ.** DNA δεσμάση και DNA πολυμεράση.
- δ.** DNA πολυμεράση και RNA πολυμεράση.

Μονάδες 3

2. Τα φυλετικά χρωμοσώματα του ανθρώπου απαντώνται

- α.** μόνο στους γαμέτες.
- β.** μόνο κατά την αναπαραγωγική ηλικία.
- γ.** μόνο κατά τη μεσόφαση.
- δ.** σε όλα τα κύτταρα του ανθρώπινου σώματος.

Μονάδες 3

3. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες

- α.** παράγονται από ιούς.
- β.** είναι απαραίτητες για την έναρξη της αντιγραφής.
- γ.** συμμετέχουν στην αντίστροφη μεταγραφή.
- δ.** παράγονται από βακτήρια.

Μονάδες 3

4. Τα αντισώματα είναι

- α.** νουκλεϊκά οξέα.
- β.** πρωτεΐνες.
- γ.** υδατάνθρακες.
- δ.** λιπίδια.

Μονάδες 3

5. Ένα νουκλεοτίδιο DNA μπορεί να αποτελείται από

- α.** δεοξυριβόζη, φωσφορική ομάδα, ουρακίλη.
- β.** ριβόζη, φωσφορική ομάδα, θυμίνη.
- γ.** DNA δεσμάση, φωσφορική ομάδα, αδενίνη.
- δ.** δεοξυριβόζη, φωσφορική ομάδα, αδενίνη.

Μονάδες 3

B. Ποια είναι τα τέσσερα είδη μορίων RNA που παράγονται με τη μεταγραφή και ποιος ο ρόλος του καθενός από αυτά;

Μονάδες 10

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΘΕΜΑ 2^ο

A. Να μεταφέρετε στο τετράδιό σας τις δύο ενότητες που ακολουθούν, αφού παραλείψετε όρους από τους ευρισκόμενους μέσα σε παρένθεση, έτσι ώστε οι προτάσεις που θα παραμείνουν να είναι σωστές.

1. Τα μιτοχόνδρια περιέχουν ως γενετικό υλικό (DNA - RNA), το οποίο κωδικοποιεί μικρό αριθμό πρωτεϊνών που ελέγχουν τη λειτουργία της (φωτοσύνθεσης - οξειδωτικής φωσφορυλίωσης). Τα μιτοχόνδρια χαρακτηρίζονται ως (αυτόνομα - ημιαυτόνομα) οργανίδια και στους ανώτερους οργανισμούς έχουν (μητρική - πατρική) προέλευση.

Μονάδες 4

2. Η ινσουλίνη είναι μία (ορμόνη - βιταμίνη) που αποτελείται από 51 (αμινοξέα - νουκλεοτίδια) και παράγεται από ειδικά κύτταρα του (ήπατος - παγκρέατος). Ρυθμίζει το μεταβολισμό των (υδατανθράκων - πρωτεϊνών) και ειδικότερα το ποσοστό τους (στο αίμα - στα ούρα). Η ασθένεια που οφείλεται στην έλλειψη ή μείωση της ινσουλίνης ονομάζεται (διαβήτης - αναιμία).

Μονάδες 6

B. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα από τον αριθμό κάθε πρότασης, το γράμμα Σ, αν αυτή είναι Σωστή, ή το γράμμα Λ, αν αυτή είναι Λανθασμένη.

1. Οι γενετικά τροποποιημένες τομάτες δημιουργούνται με ελεγχόμενες διασταυρώσεις.

Μονάδες 3

2. Σε μία συνεχή καλλιέργεια δεν σημειώνονται θάνατοι των μικροοργανισμών.

Μονάδες 3

3. Η γονιδιακή θεραπεία στοχεύει να "διορθώσει" τη γενετική βλάβη εισάγοντας στους ασθενείς φυσιολογικά αλληλόμορφα του μεταλλαγμένου γονιδίου.

Μονάδες 3

4. Οι DNA ελικάσες σπάνε τους δεσμούς υδρογόνου μεταξύ δύο πολυνουκλεοτιδικών αλυσίδων RNA.

Μονάδες 3

5. Σε πολλά βακτήρια, εκτός από το κύριο κυκλικό μόριο DNA, υπάρχουν και τα πλασμίδια.

Μονάδες 3

ΘΕΜΑ 3^ο

Η παραγωγή μιας φαρμακευτικής πρωτεΐνης ανθρώπινης προέλευσης μπορεί να γίνει και από τα διαγονιδιακά ζώα.

1. Ποια είναι τα βήματα της διαδικασίας που προηγούνται της γέννησης ενός διαγονιδιακού ζώου;

Μονάδες 6

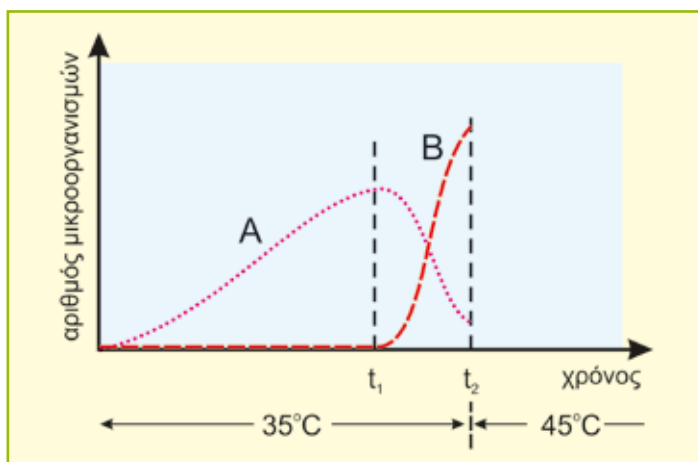
2. Εκτός από τα διαγονιδιακά ζώα, από ποιους άλλους οργανισμούς είναι δυνατή η παραγωγή ανθρώπινης φαρμακευτικής πρωτεΐνης και σε ποιο χαρακτηριστικό του γενετικού κώδικα στηρίζεται η δυνατότητα αυτή;

Μονάδες 10

3. Γιατί η κλωνοποίηση είναι χρήσιμη για τον πολλαπλασιασμό των διαγονιδιακών ζώων;
Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4^ο

Σε αποστειρωμένο θάλαμο καλλιέργειών όπου η θερμοκρασία έχει ρυθμιστεί στους 35°C έχουν τοποθετηθεί δύο φιάλες με καλλιέργειες μικροοργανισμών. Στη μία φιάλη καλλιεργείται ο μικροοργανισμός A και στην άλλη ο μικροοργανισμός B. Από τις φιάλες αυτές έχει απομακρυνθεί ο αέρας. Ο μικροοργανισμός A έχει άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης τους 35°C, ενώ ο μικροοργανισμός B τους 45°C.



Τη χρονική στιγμή t_1 , για κάποιο λόγο, απομακρύνονται τα πώματα από τις φιάλες των καλλιεργειών και οι μικροοργανισμοί έρχονται σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα.

1. Με βάση το παραπάνω διάγραμμα, ποια είναι η αλλαγή που παρατηρείται στους πληθυσμούς των μικροοργανισμών A και B;
Μονάδες 5
2. Να εξηγήσετε γιατί συμβαίνει η αλλαγή αυτή στον καθένα από τους δύο πληθυσμούς.
Μονάδες 10
3. Στη χρονική στιγμή t_2 η θερμοκρασία του θαλάμου καλλιέργειας αλλάζει στους 45°C.
 - α. Ποια θα είναι η επίδραση της αλλαγής αυτής στον πληθυσμό του μικροοργανισμού A;
Μονάδες 5
 - β. Ποια θα είναι η επίδραση της αλλαγής αυτής στον πληθυσμό του μικροοργανισμού B;
Μονάδες 5

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ 2006

ΘΕΜΑ 1^ο

A. Οι σωστές απαντήσεις είναι:

1. β
2. δ
3. δ
4. β
5. δ

B. Με τη μεταγραφή οι πληροφορίες που βρίσκονται στα γονίδια, μεταφέρονται στο RNA με βάση τη συμπληρωματικότητα των νουκλεοτιδικών βάσεων. Υπάρχουν τέσσερα είδη μορίων RNA που παράγονται με τη μεταγραφή: το αγγελιοφόρο RNA (mRNA), το μεταφορικό RNA (tRNA), το ριβοσωμικό RNA (rRNA) και το μικρό πυρηνικό RNA (snRNA). Τα τρία πρώτα είδη υπάρχουν και στους προκαρυωτικούς και στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς, αλλά το τέταρτο υπάρχει μόνο στους ευκαρυωτικούς.

- Αγγελιοφόρο RNA (mRNA). Τα μόρια αυτά μεταφέρουν την πληροφορία του DNA για την παραγωγή μιας πολυπεπτιδικής αλυσίδας.
- Ριβοσωμικό RNA (rRNA). Τα μόρια αυτά συνδέονται με πρωτεΐνες και σχηματίζουν το ριβόσωμα, ένα «σωματίδιο» απαραίτητο για την πραγματοποίηση της πρωτεϊνοσύνθεσης.
- Μεταφορικό RNA (tRNA). Κάθε μόριο tRNA έχει μία ειδική τριπλέτα νουκλεοτιδίων, το αντικωδικόνιο με την οποία προσδένεται, λόγω συμπληρωματικότητας με το αντίστοιχο κωδικόνιο του mRNA. Ακόμη κάθε μεταφορικό RNA διαθέτει μία ειδική θέση σύνδεσης με ένα συγκεκριμένο αμινοξύ και το μεταφέρει στη θέση της πρωτεϊνοσύνθεσης.
- Μικρό πυρηνικό RNA (snRNA). Είναι μικρά μόρια RNA, τα οποία συνδέονται με πρωτεΐνες και σχηματίζουν μικρά ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια. Τα σωματίδια αυτά καταλύουν την «ωρίμανση» του mRNA. Η ωρίμανση του mRNA γίνεται μόνο στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς.

ΘΕΜΑ 2^ο

- A. 1. Τα μιτοχόνδρια περιέχουν ως γενετικό υλικό **DNA**, το οποίο κωδικοποιεί μικρό αριθμό πρωτεϊνών που ελέγχουν τη λειτουργία της **οξειδωτικής φωσφορυλίωσης**. Τα μιτοχόνδρια χαρακτηρίζονται ως **ημιαυτόνομα** οργανίδια και στους ανώτερους οργανισμούς έχουν **μητρική** προέλευση.
2. Η ινσουλίνη είναι μια **ορμόνη** που αποτελείται από 51 **αμινοξέα** και παράγεται από ειδικά κύτταρα του **παγκρέατος**. Ρυθμίζει το μεταβολισμό των **υδατανθράκων** και ειδικότερα το ποσοστό τους **στο αίμα**. Η ασθένεια που οφείλεται στην έλλειψη ή τη μείωση της ινσουλίνης ονομάζεται **διαβήτης**.

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

B. 1. Λ

2. Σ

3. Σ

4. Λ

5. Σ

ΘΕΜΑ 3^ο

1. Διαγονιδιακά ζώα είναι τα ζώα που έχουν τροποποιηθεί γενετικά με την προσθήκη γονιδίων από οργανισμούς άλλων συνήθως ειδών. Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι για την είσοδο του “ξένου” DNA στα κύτταρα ενός ζώου, η πιο σημαντική όμως είναι η μικροέγχυση. Κατά τη μικροέγχυση εισάγουμε σε γονιμοποιημένο ωάριο του ζώου που θέλουμε να τροποποιήσουμε, το επιθυμητό “ξένο” DNA με τη βοήθεια ειδικής μικροβελόνας. Έχει προηγηθεί απομόνωση του επιθυμητού γονιδίου που κωδικοποιεί την πρωτεΐνη που μας ενδιαφέρει. Το “ξένο” γενετικό υλικό ενσωματώνεται συνήθως σε κάποιο από τα χρωμοσώματα του πυρήνα του ζυγωτού. Το ζυγωτό τοποθετείται στη συνέχεια στη μήτρα της “θετής” μητέρας, ενός ενήλικου θηλυκού ζώου του ίδιου είδους, στο οποίο θα αναπτυχθεί το έμβρυο. Η μικροέγχυση είναι η μοναδική μέθοδος παραγωγής διαγονιδιακών αγελάδων, χοίρων, αιγών και προβάτων. Τα διαγονιδιακά ζώα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή χρήσιμων φαρμακευτικών πρωτεϊνών σε μεγάλη ποσότητα.

Μια πολλά υποσχόμενη ιδέα είναι η παραγωγή φαρμακευτικών πρωτεϊνών από κύτταρα των μαστικών αδένων των ζώων, για παράδειγμα των προβάτων και των αγελάδων. Με αυτό τον τρόπο θα είναι δυνατή η συλλογή της πρωτεΐνης από το γάλα των ζώων. Αυτός ο τρόπος παραγωγής ονομάζεται παραγωγή φαρμακευτικών πρωτεϊνών από διαγονιδιακά ζώα (gene pharming).

Η πιο επιτυχημένη εφαρμογή αφορά την παραγωγή της ανθρώπινης α₁-αντιθρυψίνης από πρόβατα.

Εκτός από την AAT, και άλλες χρήσιμες πρωτεΐνες παράγονται με τον ίδιο τρόπο, όπως ο παράγοντας IX, μία πρωτεΐνη που συμμετέχει στο μηχανισμό πήξης του αίματος και χορηγείται σε άτομα που πάσχουν από αιμορροφιλία B.

Συνοψίζοντας, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι τα βήματα που απαιτούνται για την παραγωγή μιας φαρμακευτικής πρωτεΐνης ανθρώπινης προέλευσης από ένα διαγονιδιακό ζώο μέχρι πριν τη γέννησή του, είναι τα παρακάτω:

- Απομόνωση του ανθρώπινου γονιδίου που κωδικοποιεί τη φαρμακευτική πρωτεΐνη που μας ενδιαφέρει.
 - Μικροέγχυση του γονιδίου στον πυρήνα ενός γονιμοποιημένου ωαρίου του ζώου.
 - Τοποθέτηση του γενετικά τροποποιημένου ζυγωτού στη μήτρα ενήλικου ζώου για κυοφορία.
2. Η παραγωγή ανθρώπινης φαρμακευτικής πρωτεΐνης είναι δυνατή και από βακτήρια. Μπορούμε δηλαδή με τεχνικές ανασυνδυασμένου DNA να δημιουργήσουμε μετασχηματισμένα βακτήρια που να παράγουν την ανθρώπινη πρωτεΐνη. Βέβαια, επειδή τα βακτήρια δε διαθέτουν τους ίδιους μηχανισμούς τροποποίησης των πρωτεϊνών που διαθέτουν οι ευκαρυωτικοί οργανισμοί, συνήθως η πρωτεΐνη που προκύπτει διαφέρει από την ανθρώπινη.

Η δυνατότητα παραγωγής ανθρώπινων πρωτεϊνών από βακτήρια στηρίζεται στο ότι ο γενετικός κώδικας είναι σχεδόν καθολικός. Όλοι οι οργανισμοί έχουν τον ίδιο γενετικό κώδικα. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι mRNA οποιουδήποτε οργανισμού μπορεί να μεταφραστεί σε εκχυλίσματα ζωικών, φυτικών ή βακτηριακών κυττάρων *in vitro* και να δώσει την ίδια πρωτεΐνη. Τα ριβοσώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως θέση μετάφρασης για οποιοδήποτε mRNA.

3. Η κλωνοποίηση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη και για τον πολλαπλασιασμό διαγονιδιακών ζώων. Η δημιουργία ενός διαγονιδιακού ζώου που παράγει τον ανθρώπινο παράγοντα πήξης του αίματος, κοστίζει γύρω στο 1 - 2.000.000 €. Με την κλωνοποίηση μπορούμε να παράγουμε εύκολα μεγάλο αριθμό πανομοιότυπων διαγονιδιακών ζώων και συνεπώς μεγαλύτερες ποσότητες της φαρμακευτικής πρωτεΐνης.

ΘΕΜΑ 4°

1. Στο θάλαμο καλλιέργειας η θερμοκρασία έχει ρυθμιστεί στους 35°C που είναι ιδανική για την ανάπτυξη του μικροοργανισμού Α ενώ δεν είναι ιδιαίτερα ευνοϊκή για τον μικροοργανισμό Β που έχει άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης στους 45°C. Επιπλέον, οι φιάλες, από τις οποίες έχει απομακρυνθεί ο αέρας, είναι κλεισμένες με πώματα που σημαίνει ότι οι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται υπό αναερόβιες συνθήκες. Υπό αυτές τις συνθήκες παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός του μικροοργανισμού Α αυξάνεται με ταχύ ρυθμό, ενώ αντίθετα οι μικροοργανισμοί Β δεν πολλαπλασιάζονται. Κατά τη χρονική στιγμή t_1 απομακρύνονται τα πώματα από τις φιάλες, επομένως πλέον οι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται υπό αερόβιες συνθήκες. Υπό αυτές τις συνθήκες ο πληθυσμός των μικροοργανισμών Α αρχίζει να μειώνεται ενώ αντίθετα των Β αρχίζει να αυξάνεται.
2. Η αλλαγή στον πληθυσμό των μικροοργανισμών Α και πιο συγκεκριμένα η μείωση του αριθμού τους, οφείλεται στην αλλαγή των συνθηκών της καλλιέργειας από αναερόβιες σε αερόβιες. Παρατηρούμε ότι παρουσία ατμοσφαιρικού αέρα οι μικροοργανισμοί δεν αναπτύσσονται και σιγά σιγά πεθαίνουν. Αυτό σημαίνει ότι οι μικροοργανισμοί αυτοί είναι υποχρεωτικά αναερόβιοι, δηλαδή το οξυγόνο λειτουργεί για αυτούς ως τοξικός παράγοντας που τους σκοτώνει.
Η αύξηση του πληθυσμού των μικροοργανισμών Β οφείλεται και αυτή στην αλλαγή των συνθηκών από αναερόβιες σε αερόβιες. Παρουσία οξυγόνου δηλαδή, αν και δεν βρίσκονται σε ιδανική θερμοκρασία ανάπτυξης, οι μικροοργανισμοί Β αρχίζουν να αναπτύσσονται με ταχύ ρυθμό. Αυτό σημαίνει ότι οι μικροοργανισμοί Β είναι υποχρεωτικά αερόβιοι και επομένως για την ανάπτυξή τους είναι απαραίτητη η υψηλή συγκέντρωση οξυγόνου.
3. α. Ο πληθυσμός των μικροοργανισμών Α ήδη από τη χρονική στιγμή t_1 που απομακρύνθηκαν τα πώματα από τις φιάλες έχει μπει σε φάση θανάτου, αν και αναπτυσσόταν υπό την ιδανική θερμοκρασία των 35°C. Όταν αλλάξει η θερμοκρασία, πιο συγκεκριμένα αυξηθεί στους 45°C, οι συνθήκες ανάπτυξης για τους μικροοργανισμούς Α θα γίνουν ακόμα δυσμενέστερες, που σημαίνει ότι ο πληθυσμός τους θα πεθαίνει με ταχύτερο ρυθμό.
β. Αντίθετα, ο πληθυσμός των μικροοργανισμών Β έχει αρχίσει να αυξάνεται από τη χρονική στιγμή t_1 και μετά, αν και οι συνθήκες θερμοκρασίας στους 35°C δεν ήταν ιδανικές. Όταν τη χρονική στιγμή t_2 αυξήσουμε τη θερμοκρασία στους 45°C, που είναι και η ιδανική θερ-

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

μοκρασία ανάπτυξης των μικροοργανισμών B, τότε ο πληθυσμός τους θα αυξάνεται με ταχύτερο ρυθμό από ότι προηγουμένως (μετά δηλαδή τη χρονική στιγμή t_1).

Όλα τα παραπάνω ισχύουν δεδομένου ότι οι μικροοργανισμοί όταν βρεθούν σε κατάλληλες συνθήκες, αυξάνονται σε μέγεθος και διαιρούνται με αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού τους. Τα κύτταρα που προκύπτουν μετά από κάθε διαίρεση έχουν πρακτικά το ίδιο μέγεθος με το αρχικό κύτταρο. Ο ρυθμός ανάπτυξης ενός πληθυσμού μικροοργανισμών, δηλαδή ο αριθμός με τον οποίο διαιρούνται τα κύτταρά του, καθορίζεται από το χρόνο διπλασιασμού. Κάθε είδος μικροοργανισμού έχει χαρακτηριστικό χρόνο διπλασιασμού.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο διπλασιασμού και κατά συνέπεια το ρυθμό ανάπτυξης των μικροοργανισμών είναι η διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών, το pH, το O_2 και η θερμοκρασία.

Η παρουσία ή απουσία O_2 μπορεί να βοηθήσει ή να αναστείλει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Υπάρχουν μικροοργανισμοί που για την ανάπτυξή τους απαιτούν υψηλή συγκέντρωση O_2 (υποχρεωτικά αερόβιοι), όπως εδώ τα βακτήρια της καλλιέργειας B, ενώ υπάρχουν μικροοργανισμοί, όπως εδώ τα βακτήρια της καλλιέργειας A, για τους οποίους το O_2 είναι τοξικό (υποχρεωτικά αναερόβιοι).

Η θερμοκρασία είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που καθορίζουν το ρυθμό ανάπτυξης των μικροοργανισμών.

ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Δ' ΤΑΞΗΣ
ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ 2007
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΘΕΜΑ 1^ο

A. Για τις ημιτελείς προτάσεις 1 έως και 5, να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της φράσης και δίπλα του το γράμμα που αντιστοιχεί στο σωστό συμπλήρωμά της.

1. Το κωδικόνιο είναι

- α.** μία τριάδα νουκλεοτιδίων.
- β.** μία τριάδα αμινοξέων.
- γ.** έξι νουκλεοτίδια συνδεδεμένα με δεσμούς υδρογόνου.
- δ.** το αμινοξύ μεθειονίνη.

Μονάδες 3

2. Κάθε μεταφορικό RNA

- α.** σχηματίζει το ριβόσωμα.
- β.** περιέχει θυμίνη.
- γ.** καταλύει την ωρίμανση του mRNA.
- δ.** μεταφέρει ένα συγκεκριμένο αμινοξύ στο ριβόσωμα.

Μονάδες 3

3. Ο φορέας κλωνοποίησης είναι

- α.** ειδικό ένζυμο που αποκόπτει γονίδια.
- β.** ένα μόριο DNA όπως για παράδειγμα ένα πλασμίδιο.
- γ.** ένας οργανισμός που έχει υποστεί κλωνοποίηση.
- δ.** κρατικός φορέας που ελέγχει τις κλωνοποιήσεις.

Μονάδες 3

4. Υποχρεωτικά αερόβιοι είναι οι οργανισμοί που

- α.** για την ανάπτυξή τους απαιτούν υψηλή συγκέντρωση οξυγόνου.
- β.** για την ανάπτυξή τους απαιτούν χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου.
- γ.** το οξυγόνο είναι τοξικό για αυτούς.
- δ.** αναπτύσσονται παρουσία οξυγόνου ταχύτερα απ' ότι χωρίς αυτό.

Μονάδες 3

5. Το βακτήριο *Bacillus thuringiensis*

- α.** προκαλεί καρκίνο στα φυτά.
- β.** χρησιμοποιείται για τη δημιουργία διαγονιδιακών ζώων.
- γ.** παράγει μια τοξίνη με εντομοκτόνο δράση.
- δ.** προκαλεί το μετασχηματισμό των κυττάρων.

Μονάδες 3

B. Να αναφέρετε ονομαστικά τα ένζυμα της αντιγραφής του DNA.

Μονάδες 10

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

ΘΕΜΑ 2^ο

A. Να ξαναγράψετε στο τετράδιό σας το κείμενο, αφού συμπληρώσετε τα κενά με τις σωστές λέξεις.

Μία μικροβιακή καλλιέργεια ξεκινάει με την προσθήκη μικρής ποσότητας κυττάρων στο θρεπτικό υλικό, μια διαδικασία που ονομάζεται Σε μεγάλη κλίμακα χρησιμοποιούνται συσκευές (ζυμωτήρες ή) που επιτρέπουν τον έλεγχο και τη ρύθμιση των συνθηκών (..... , , συγκέντρωση O₂) της καλλιέργειας. Με τον όρο..... εννοούμε τη διαδικασία ανάπτυξης μικροοργανισμών σε υγρό θρεπτικό υλικό.

Μονάδες 10

B. Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε στοιχείου της Στήλης I και δίπλα στο γράμμα αυτό τον αριθμό ενός στοιχείου της Στήλης II, ώστε να προκύπτει η σωστή αντιστοίχιση. Δύο στοιχεία της Στήλης II περισσεύουν.

I (ασθένεια)	II (φαρμακευτική ουσία που ενδείκνυται)
α. διαβήτης	1. α ₁ -αντιθρυψίνη
β. καρκίνος	2. απαμινάση της αδενοσίνης
γ. εμφύσημα	3. ιντερφερόνες
δ. κληρονομική ανεπάρκεια του ανοσοποιητικού συστήματος	4. παράγοντας IX
ε. αιμορροφιλία B	5. φαινυλαλανίνη
	6. αυξητική ορμόνη
	7. ινσουλίνη

Μονάδες 10

Γ. Ποια κύτταρα ονομάζονται απλοειδή και ποια διπλοειδή;

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 3^ο

Για τη δημιουργία ενός κλωνοποιημένου προβάτου - όπως ήταν η Dolly - χρησιμοποιούνται τρία πρόβατα Α, Β, Γ.

Από το πρόβατο Α απομονώνεται ο πυρήνας από κύτταρο των μαστικών αδένων.

Από ένα ωάριο του προβάτου Β αφαιρείται ο πυρήνας και στη θέση του εισάγεται ο πυρήνας του κυττάρου από το πρόβατο Α. Προκύπτει έτσι ένα νέο κύτταρο.

Το κύτταρο αυτό υφίσταται λίγες διαιρέσεις και το έμβρυο που προκύπτει εμφυτεύεται στη μήτρα του προβάτου Γ. Μετά από λίγους μήνες γεννιέται το νέο πρόβατο (πρόβατο Δ).



1. Ποιο από τα πρόβατα Α, Β, Γ έχει ταυτόσημο πυρηνικό DNA με το πρόβατο Δ και γιατί;
Μονάδες 8
2. Ποιο από τα πρόβατα Α, Β, Γ έχει ταυτόσημο μιτοχονδριακό DNA με το πρόβατο Δ και γιατί;
Μονάδες 8
3. Με ποιο τρόπο η κλωνοποίηση μπορεί να συνεισφέρει στην προστασία από την εξαφάνιση διαφόρων ζωικών οργανισμών του πλανήτη μας;
Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4^ο

Δίνονται πέντε αμινοξέα και δίπλα τους, τριπλέτες του γενετικού κώδικα που κωδικοποιούν τα αμινοξέα αυτά:

τυροσίνη	(tyr)	-	UAU
φαινυλαλανίνη	(phe)	-	UUU
προλίνη	(pro)	-	CCC
μεθειονίνη	(met)	-	AUG
γλυκίνη	(gly)	-	GGG

Τα πέντε παραπάνω αμινοξέα συγκροτούν олиγοπεπτίδιο κάποιου βακτηριακού κυττάρου.

- α. Να γράψετε στο τετράδιό σας ποιο είναι το πρώτο (αρχικό) και ποιο το τέταρτο αμινοξύ του олиγοπεπτιδίου.

	phe	pro		gly
1	2	3	4	5

Μονάδες 4

- β. Να γράψετε μία αλληλουχία νουκλεοτιδίων του mRNA που κωδικοποιεί το παραπάνω олиγοπεπτίδιο.

Μονάδες 6

- γ. Να γράψετε την αλληλουχία των νουκλεοτιδίων της κωδικής αλυσίδας του DNA (Μονάδες 6) και να σημειώσετε το 5' και το 3' άκρο της (Μονάδες 3).

Μονάδες 9

- δ. Πόσα άτομα φωσφόρου υπάρχουν στη διπλή έλικα του DNA που κωδικοποιεί αυτό το олиγοπεπτίδιο;

Δικαιολογείστε την απάντησή σας.

Μονάδες 6

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ 2007

ΘΕΜΑ 1^ο

A. Οι σωστές απαντήσεις είναι:

1. α

Σημείωση: Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA, που είναι μονόκλωνο, αλλά και το γονίδιο από το οποίο παράγεται το mRNA. Το γονίδιο όμως, εφόσον ανήκει σε κάποιο κύτταρο είναι δίκλωνο DNA.

2. δ

3. β

4. α

5. γ

B. Με την αντιγραφή του DNA, το γενετικό υλικό του κυττάρου διπλασιάζεται. Κατά την αντιγραφή, η διπλή έλικα του DNA ξετυλίγεται και κάθε αλυσίδα λειτουργεί σαν καλούπι για τη σύνθεση μίας νέας συμπληρωματικής αλυσίδας. Έτσι τα δύο θυγατρικά μόρια που προκύπτουν είναι πανομοιότυπα με το μητρικό και καθένα αποτελείται από μία παλιά και μία καινούρια αλυσίδα (ημισυντηρητικός μηχανισμός). Τα βασικά στάδια του μηχανισμού της αντιγραφής παρουσιάζουν σημαντικές ομοιότητες μεταξύ των προκαρυωτικών και των ευκαρυωτικών κυττάρων.

Η διαδικασία της αντιγραφής, όπως υποδηλώνεται από τη δομή της διπλής έλικας και τον ημισυντηρητικό μηχανισμό, φαίνεται απλή. Ωστόσο διαπιστώθηκε ότι η διαδικασία στην πραγματικότητα είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη. Τα κύτταρα διαθέτουν ένα σημαντικό “οπλοστάσιο” εξειδικευμένων ενζύμων και άλλων πρωτεϊνών, που λειτουργούν ταυτόχρονα και καταλύουν τις χημικές αντιδράσεις της αντιγραφής με μεγάλη ταχύτητα και εκπληκτική ακρίβεια. Η αντιγραφή του DNA αρχίζει από καθορισμένα σημεία στο μόριο του DNA, που ονομάζονται θέσεις έναρξης της αντιγραφής. Τα ένζυμα της αντιγραφής είναι:

- DNA ελικάσες: Ξεκινάνε τη διαδικασία της αντιγραφής, σπάζοντας τους δεσμούς υδρογόνου μεταξύ των συμπληρωματικών βάσεων, αρχικά στις θέσεις έναρξης της αντιγραφής δημιουργώντας θηλιές που επεκτείνονται και προς τις δύο κατευθύνσεις.
- Πριμόσωμα (σύμπλοκο ενζύμων): Δημιουργεί τα πρωταρχικά τμήματα (μικρά τμήματα RNA) στις θέσεις έναρξης της αντιγραφής.
- DNA πολυμεράσες: Τα κύρια ένζυμα της αντιγραφής. Οι DNA πολυμεράσες δεν μπορούν να αρχίσουν την αντιγραφή χωρίς την ύπαρξη πρωταρχικών τμημάτων. Οι πολυμεράσες επιμηκύνουν τα πρωταρχικά τμήματα, τοποθετώντας συμπληρωματικά δεοξυνουκλεοτίδια απέναντι από τις μητρικές αλυσίδες DNA. Επίσης επιδιορθώνουν τα λάθη τους κατά τον πολυμερισμό των αλυσίδων φτάνοντας σε ακρίβεια 1 λάθος κάθε 10^5 νουκλεοτίδια που οι ίδιες τοποθετούν.
- DNA δεσμάση: Συνδέει με ομοιοπολικούς δεσμούς τα κομμάτια της ασυνεχούς αλυσίδας καθώς και όλα τα κομμάτια που προκύπτουν από τις διάφορες θέσεις έναρξης αντιγραφής.
- Επιδιορθωτικά ένζυμα: Επιδιορθώνουν τα λάθη που δεν επιδιορθώνονται από τις DNA πολυμεράσες, περιορίζοντας τα λάθη στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς σε $\frac{1}{10^{10}}$!

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

ΘΕΜΑ 2°

A. Μια μικροβιακή καλλιέργεια ξεκινάει με την προσθήκη μικρής ποσότητας κυττάρων στο θρεπτικό υλικό, μια διαδικασία που ονομάζεται **εμβολιασμός**. Σε μεγάλη κλίμακα χρησιμοποιούνται συσκευές (ζυμωτήρες ή **βιοαντιδραστήρες**) που επιτρέπουν τον έλεγχο και τη ρύθμιση των συνθηκών (**θερμοκρασίας**, **pH**, συγκέντρωση O_2) της καλλιέργειας. Με τον όρο **ζύμωση** εννοούμε τη διαδικασία ανάπτυξης μικροοργανισμών σε υγρό θρεπτικό υλικό.

B. α. 7

β. 3

γ. 1

δ. 2

ε. 4

Γ. Το γενετικό υλικό ενός κυττάρου αποτελεί το γονιδίωμά του. Τα κύτταρα στα οποία το γονιδίωμα υπάρχει σε ένα μόνο αντίγραφο, όπως είναι τα προκαρυωτικά κύτταρα και οι γαμέτες των διπλοειδών οργανισμών, ονομάζονται απλοειδή. Τα κύτταρα στα οποία το γονιδίωμα υπάρχει σε δύο αντίγραφα, όπως είναι τα σωματικά κύτταρα των ανώτερων ευκαρυωτικών οργανισμών ονομάζονται διπλοειδή. Στα ευκαρυωτικά κύτταρα το γενετικό υλικό κατανέμεται στον πυρήνα, στα μιτοχόνδρια και στους χλωροπλάστες (οι τελευταίοι μόνο στα φυτικά κύτταρα που φωτοσυνθέτουν). Συνήθως όμως ο όρος γονιδίωμα αναφέρεται στο γενετικό υλικό που βρίσκεται στον πυρήνα.

ΘΕΜΑ 3°

1. Ο πυρήνας του μαστικού κυττάρου του προβάτου Α εισήχθη σε ένα ωάριο του προβάτου Β, στο οποίο προηγουμένως είχε αφαιρεθεί ο πυρήνας. Το κύτταρο αυτό που φέρει το πυρηνικό DNA του προβάτου Α υφίσταται λίγες διαιρέσεις και το έμβρυο που προκύπτει εμφυτεύεται στη μήτρα του προβάτου Γ. Μετά από λίγους μήνες γεννιέται το πρόβατο Δ. Επομένως, το πρόβατο Α έχει ταυτόσημο πυρηνικό DNA με το πρόβατο Δ. Τα πρόβατα Β και Γ δε συνεισφέρουν καθόλου στο πυρηνικό DNA του προβάτου Δ.
2. Τα μιτοχόνδρια βρίσκονται στο κυτταρόπλασμα των κυττάρων. Για τη δημιουργία του εμβρύου του προβάτου Δ μόνο ο πυρήνας και όχι κάποιο άλλο μέρος του μαστικού κυττάρου του προβάτου Α εισήχθη σε ένα ωάριο του προβάτου Β. Από το ωάριο του προβάτου Β μόνο ο πυρήνας είχε προηγουμένως αφαιρεθεί. Συνεπώς, το μιτοχονδριακό DNA του προβάτου Δ είναι ταυτόσημο με το μιτοχονδριακό DNA του προβάτου Β, αφού το νέο κύτταρο που προέκυψε μετά τους παραπάνω χειρισμούς έφερε τον πυρήνα από το κύτταρο του προβάτου Α και το κυτταρόπλασμα, στο οποίο περιέχονται και τα μιτοχόνδρια, από το ωάριο του προβάτου Β.
3. Η κλωνοποίηση μπορεί να συνεισφέρει στην προστασία από την εξαφάνιση διάφορων ζώων του πλανήτη μας. Στις καταψύξεις πολλών ζωολογικών κήπων υπάρχουν κατεψυγμένα ωάρια και σπερματοζωάρια ή έμβρυα ζώων που κινδυνεύουν να εξαφανιστούν. Πυρήνες από αυτά τα κύτταρα μπορούν να μεταφερθούν σε απύρηνα ωοκύτταρα του είδους που μας ενδιαφέρει και στη συνέχεια να κυοφορηθούν στο ίδιο ή σε συγγενικό είδος ζώου.

- α. Η πρωτεϊνοσύνθεση είναι μία διαδικασία “μετάφρασης” από τη γλώσσα των βάσεων στη γλώσσα των αμινοξέων. Με τη διαδικασία της μετάφρασης δηλαδή, γίνεται η αντιστοίχιση των κωδικονίων του mRNA σε αμινοξέα και η διαδοχική σύνδεση των αμινοξέων σε πεπτιδική αλυσίδα. Η μετάφραση συμβαίνει στα ριβοσώματα με τη βοήθεια των tRNA και τη συμμετοχή πολλών πρωτεϊνών και ενέργειας. Η πρωτεϊνοσύνθεση διακρίνεται σε τρία στάδια: την έναρξη, την επιμήκυνση και τη λήξη.

Κατά την έναρξη της μετάφρασης το mRNA προσδένεται, μέσω μιας αλληλουχίας που υπάρχει στην 5' αμετάφραστη περιοχή του, με το ριβοσωμικό RNA της μικρής υπομονάδας του ριβοσώματος, σύμφωνα με τους κανόνες της συμπληρωματικότητας των βάσεων. Το πρώτο κωδικόνιο του mRNA είναι πάντοτε $5'AUG_3$ και σ' αυτό προσδένεται το tRNA που φέρει το αμινοξύ μεθειονίνη.

Άρα πρώτο αμινοξύ είναι η μεθειονίνη και τέταρτο αμινοξύ είναι η τυροσίνη, αφού είναι το μόνο που υπολείπεται στην ολιγοπεπτιδική αλυσίδα που δίνεται.

- β. Η αλληλουχία των βάσεων του mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες, με βάση έναν κώδικα αντιστοίχισης νουκλεοτιδίων mRNA με αμινοξέα πρωτεϊνών, που ονομάζεται γενετικός κώδικας. Η μετάφραση του mRNA, όπως αναφέρθηκε, είναι η αντιστοίχιση των κωδικονίων του mRNA σε αμινοξέα και η διαδοχική σύνδεση των αμινοξέων σε πολυπεπτιδική αλυσίδα που πραγματοποιείται στα ριβοσώματα με τη βοήθεια των tRNA και τη συμμετοχή αρκετών πρωτεϊνών και ενέργειας. Μια αλληλουχία νουκλεοτιδίων mRNA που κωδικοποιεί το παραπάνω ολιγοπεπτίδιο μπορεί να είναι η εξής:

mRNA: $5'...AUG-UUU-CCC-UAU-GGG..._3'$

Δεδομένου ότι ένα από τα χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα είναι το ότι είναι εκφυλισμένος, δηλαδή με εξαίρεση δύο αμινοξέα (τη μεθειονίνη και την τρυπτοφάνη) τα υπόλοιπα 18 κωδικοποιούνται από δύο μέχρι και έξι διαφορετικά κωδικόνια (συνώνυμα κωδικόνια), είναι δυνατό να υπάρχουν και εναλλακτικά mRNA που κωδικοποιούν το ίδιο ολιγοπεπτίδιο. Τα mRNA αυτά θα διαθέτουν συνώνυμα κωδικόνια με το παραπάνω.

Να σημειωθεί επίσης ότι ένα βακτηριακό mRNA διαθέτει εκτός από την κωδική περιοχή του, αυτή δηλαδή που μεταφράζεται σε αμινοξέα, κωδικόνιο λήξης και 5' και 3' αμετάφραστη περιοχή. Για το κωδικόνιο λήξης ($5'UAA_3$ ή $5'UGA_3$ ή $5'UAG_3$) και τις 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές του συγκεκριμένου mRNA δεν μπορούμε να γνωρίζουμε από τα δεδομένα της άσκησης την αλληλουχία τους.

- γ. Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA αλλά και το γονίδιο από το οποίο αυτό παράγεται. Έτσι για παράδειγμα, το κωδικόνιο έναρξης $5'AUG_3$ αντιστοιχεί στο κωδικόνιο έναρξης της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου $5'ATG_3$ κ.ο.κ. Το τμήμα ενός γονιδίου και του mRNA που κωδικοποιεί μια πεπτιδική αλυσίδα, αρχίζει με το κωδικόνιο έναρξης και τελειώνει με το κωδικόνιο λήξης. Κατά τη μεταγραφή η RNA πολυμεράση συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια, που προστίθενται το ένα μετά το άλλο, με 3'→5' φωσφοδιεστερικό δεσμό. Η μεταγραφή έχει συνεπώς προσανατολισμό 5'→3'. Επίσης γνωρίζουμε ότι κατά τη μεταγραφή το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική.

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

Επομένως στο δίκλωνο γονίδιο η κωδική αλυσίδα έχει προσανατολισμό 5'→3' ως προς τον υποκινητή και αλληλουχία νουκλεοτιδίων όμοια με εκείνη του mRNA μόνο που αντί για ριβονουκλεοτίδια συνίσταται από δεοξυριβονουκλεοτίδια. Άρα η κωδική αλυσίδα είναι η εξής:

5' ... **ATG-TTT-CCC-TAT-GGG** ...3'

Ένα βακτηριακό γονίδιο εκτός από την κωδικοποιούσα περιοχή του, διαθέτει επίσης κωδικόνιο λήξης και 3' και 5' αμετάφραστη περιοχή καθώς και αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής, των οποίων όμως από τα δεδομένα της άσκησης, δεν είναι δυνατόν να γνωρίζουμε την αλληλουχία τους.

- δ. Το DNA είναι ένα μακρομόριο που αποτελείται από δεοξυνουκλεοτίδια. Κάθε δεοξυνουκλεοτίδιο αποτελείται από μία πεντόζη, τη δεοξυριβόζη ενωμένη με μία φωσφορική ομάδα και μία αζωτούχο βάση (Α ή Τ ή Γ ή C). Επομένως, κάθε νουκλεοτίδιο DNA έχει ένα άτομο φωσφόρου. Το τμήμα της μιας αλυσίδας DNA του γονιδίου που κωδικοποιεί το δοθέν ολιγοπεπτίδιο, αποτελείται από 15 νουκλεοτίδια, άρα σε μια αλυσίδα υπάρχουν 15 άτομα φωσφόρου.

Συνεπώς, στη διπλή έλικα που αποτελείται από δύο συμπληρωματικές και αντιπαράλληλες αλυσίδες υπάρχουν 30 άτομα φωσφόρου. Αν υπολογίσουμε και τις φωσφορικές ομάδες του κωδικονίου λήξεως, τότε έχουμε $30 + (2 \times 3) = 36$ μόρια φωσφόρου υπάρχουν στο τμήμα της διπλής έλικας του DNA που κωδικοποιεί αυτό το ολιγοπεπτίδιο. Δεν υπολογίζονται οι φωσφορικές ομάδες των βάσεων που συνιστούν τις 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές και τις αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής καθώς από τα δεδομένα της άσκησης δεν μπορούμε να γνωρίζουμε το μήκος τους.

ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Δ' ΤΑΞΗΣ
ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ 2008
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΘΕΜΑ 1°

Για τις ημιτελείς προτάσεις 1 έως και 5, να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της φράσης και δίπλα του το γράμμα που αντιστοιχεί στο σωστό συμπλήρωμά της.

1. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες

- α. παράγονται μόνο από μύκητες.
- β. είναι απαραίτητες για τη διαδικασία της αντίστροφης μεταγραφής.
- γ. παράγονται από βακτήρια.
- δ. είναι απαραίτητες για την έναρξη της αντιγραφής του DNA.

Μονάδες 5

2. Ως ημιαυτόνομα οργανίδια χαρακτηρίζονται

- α. τα ριβοσώματα και οι χλωροπλάστες.
- β. οι χλωροπλάστες και τα μιτοχόνδρια.
- γ. τα χρωμοσώματα και τα ριβοσώματα.
- δ. ο πυρήνας και οι χλωροπλάστες.

Μονάδες 5

3. Το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* που ζει στο έδαφος

- α. παράγει μια ισχυρή τοξίνη.
- β. εκκρίνει μια χρήσιμη ορμόνη.
- γ. επιβιώνει για πολύ χρόνο.
- δ. μολύνει τα διαγονιδιακά ζώα.

Μονάδες 5

4. Κατά την *in vivo* γονιδιακή θεραπεία

- α. χρησιμοποιούνται μεταλλαγμένα βακτήρια ως φορείς.
- β. τα κύτταρα τροποποιούνται έξω από τον ανθρώπινο οργανισμό.
- γ. γίνεται αντικατάσταση των μεταλλαγμένων γονιδίων.
- δ. τα φυσιολογικά γονίδια εισάγονται κατευθείαν στον οργανισμό.

Μονάδες 5

5. Η ωρίμανση του mRNA

- α. είναι μια διαδικασία που καταλύεται από DNA ελικάσες.
- β. συμβαίνει μόνο στους προκαρυωτικούς οργανισμούς.
- γ. συμβαίνει στον πυρήνα των ευκαρυωτικών κυττάρων.
- δ. είναι μία διαδικασία στην οποία παραμένουν για μετάφραση τα εσώνια.

Μονάδες 5

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

ΘΕΜΑ 2°

Να γράψετε στο τετράδιό σας τις απαντήσεις των παρακάτω ερωτήσεων:

1. Ποια χρωμοσώματα χαρακτηρίζονται ως αυτοσωμικά, ποια ως φυλετικά και πώς καθορίζεται το φύλο στον άνθρωπο;

Μονάδες 9

2. Γιατί η “διόρθωση” μιας γενετικής βλάβης που επιτυγχάνεται με τη γονιδιακή θεραπεία δεν μεταβιβάζεται στους απογόνους;

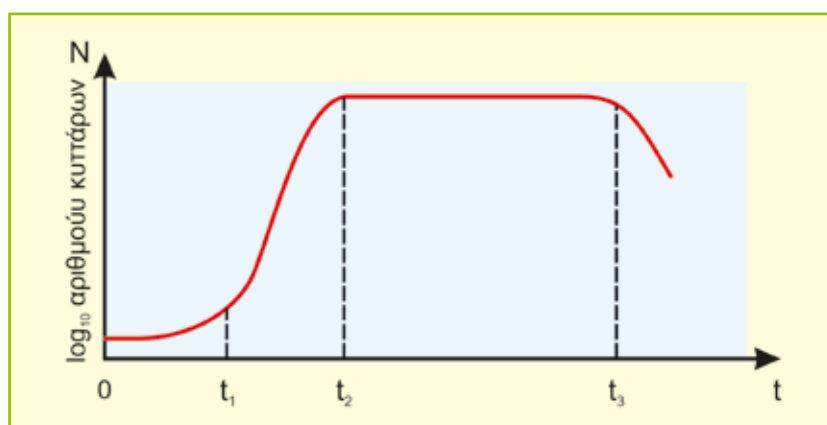
Μονάδες 8

3. Γιατί ο μηχανισμός αυτοδιπλασιασμού του DNA ονομάζεται ημισυντηρητικός;

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ 3°

Για την παραγωγή του προδρόμου μορίου της ινσουλίνης, δηλαδή της προϊνσουλίνης, κατάλληλα μετασχηματισμένα κύτταρα *Escherichia coli* καλλιεργήθηκαν σε βιοαντιδραστήρα. Η απεικόνιση της μεταβολής του πληθυσμού του βακτηρίου (N) σε σχέση με τον χρόνο (t) έδωσε το παρακάτω διάγραμμα:



1. Με βάση το διάγραμμα αυτό, να χαρακτηρίσετε τον τύπο της καλλιέργειας και να περιγράψετε τις φάσεις της.

Μονάδες 10

2. Σε ποια συνήθως χρονικά διαστήματα της καλλιέργειας των βακτηρίων αναμένεται να παραχθεί η προϊνσουλίνη; Αφού παραλάβουμε την προϊνσουλίνη από τον βιοαντιδραστήρα, πώς θα την μετατρέψουμε σε ινσουλίνη;

Μονάδες 10

3. Ποιος είναι ο βιολογικός ρόλος της ινσουλίνης και ποια ασθένεια προκαλεί η μείωση ή η έλλειψή της;

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 4^ο

Δίνεται το παρακάτω τμήμα mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή ενός γονιδίου βακτηριακού κυττάρου:

... ⁵AUG-CCU-CAU-CGU-UCU-ACU-UUU-UAA₃...

- α. Να γράψετε στο τετράδιό σας τη μη κωδική αλυσίδα από την οποία προήλθε το παραπάνω mRNA και να ορίσετε τον προσανατολισμό της.

Μονάδες 5

- β. Αντικαθιστούμε μία τριπλέτα του παραπάνω mRNA με την τριπλέτα ...UGA... και το πεπτίδιο που κωδικοποιείται δεν υφίσταται την παραμικρή αλλαγή. Ποια είναι η τριπλέτα αυτή (Μονάδες 2); Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (Μονάδες 8).

Μονάδες 10

- γ. Η τριπλέτα ...UCU... του παραπάνω mRNA κωδικοποιεί το αμινοξύ σερίνη. Αν αντικαταστήσουμε αυτή την τριπλέτα με την τριπλέτα ...UCC..., δεν προκύπτει η παραμικρή αλλαγή στο πεπτίδιο. Πώς ερμηνεύεται το γεγονός αυτό με βάση τα χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα;

Μονάδες 10

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ 2008

ΘΕΜΑ 1^ο

Οι σωστές απαντήσεις είναι:

1. γ
2. β
3. α

Σημείωση: Το βακτήριο *B.thuringiensis* δεν επιβιώνει για πολύ χρόνο στο εναέριο περιβάλλον. Στο έδαφος το βακτήριο ακολουθεί το φυσιολογικό κύκλο ζωής του.

4. δ
5. γ

ΘΕΜΑ 2^ο

1. Το γενετικό υλικό των ευκαρυωτικών κυττάρων έχει μεγάλο μήκος. Έτσι το συνολικό DNA που υπάρχει σε κάθε ευκαρυωτικό κύτταρο προκειμένου να χωρέσει στον πυρήνα του, που έχει διάμετρο εκατομμυριοστά του μέτρου, δεν είναι ένα ενιαίο μόριο αλλά αποτελείται από πολλά γραμμικά μόρια, ο αριθμός και το μήκος των οποίων είναι χαρακτηριστικά για τα διάφορα είδη των οργανισμών. Επιπλέον, για τον ίδιο λόγο, τα μόρια του DNA συσπειρώνονται καθώς πακετάρονται με πρωτεΐνες σχηματίζοντας χρωμοσώματα. Κατά τη διάρκεια του κυτταρικού κύκλου ο βαθμός συσπείρωσης των χρωμοσωμάτων διαφέρει από το χαμηλό βαθμό συσπείρωσης στην αρχή της μεσόφασης μέχρι την πλέον συσπειρωμένη μορφή που μπορούν να πάρουν και τη μετάφαση της μίτωσης.
Ο αριθμός και η μορφολογία των χρωμοσωμάτων είναι ιδιαίτερο χαρακτηριστικό κάθε είδους. Στον άνθρωπο τα φυσιολογικά αρσενικά και θηλυκά άτομα έχουν στον πυρήνα των σωματικών τους κυττάρων 23 ζεύγη χρωμοσωμάτων. Το ένα χρωμόσωμα κάθε ζεύγους είναι πατρικής και το άλλο μητρικής προέλευσης και ελέγχουν τις ίδιες ιδιότητες. Από τα 23 ζεύγη τα 22 είναι μορφολογικά ίδια στα αρσενικά και στα θηλυκά άτομα και ονομάζονται αυτοσωμικά χρωμοσώματα. Το 23^ο ζεύγος στα θηλυκά άτομα αποτελείται από δύο X χρωμοσώματα ενώ στα αρσενικά από ένα X και ένα Y χρωμόσωμα. Το Y χρωμόσωμα είναι μικρότερο σε μέγεθος από το X. Τα χρωμοσώματα αυτά ονομάζονται φυλετικά και σε πολλούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου, καθορίζουν το φύλο. Στον άνθρωπο η παρουσία του Y χρωμοσώματος καθορίζει το αρσενικό άτομο, ενώ η απουσία του το θηλυκό άτομο. Έτσι, ένα φυσιολογικό αρσενικό άτομο έχει 44 αυτοσωμικά χρωμοσώματα και ένα ζεύγος XY, ενώ ένα φυσιολογικό θηλυκό 44 αυτοσωμικά και ένα ζεύγος XX.
2. Έως πρόσφατα η μοριακή βάση των γενετικών ασθενειών δεν ήταν γνωστή. Η τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA σε συνδυασμό με τις μεθόδους της παραδοσιακής Γενετικής (γενεαλογικά δένδρα) οδήγησε στον εντοπισμό της θέσης στα χρωμοσώματα (χαρτογράφηση) πολλών μεταλλαγμένων γονιδίων, που προκαλούν τις αντίστοιχες ασθένειες. Επιπλέον ορισμένα μεταλλαγμένα γονίδια κλωνοποιήθηκαν και συγκρίθηκαν με τα φυσιολογικά

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

αλληλόμορφά τους, για να εξακριβωθεί το είδος των μεταλλάξεων.

Οι γνώσεις αυτές έδωσαν τη δυνατότητα ανάπτυξης θεραπείας που στηρίζεται στην τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA και ονομάζεται γονιδιακή θεραπεία. Αυτή έχει ως στόχο να «διορθώσει» τη γενετική βλάβη εισάγοντας στους ασθενείς φυσιολογικά αλληλόμορφα του μεταλλαγμένου γονιδίου. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή της γονιδιακής θεραπείας είναι, εκτός από την κλωνοποίηση του υπεύθυνου γονιδίου, και ο προσδιορισμός των κυττάρων που εμφανίζουν τη βλάβη από την ασθένεια.

Με τις μεθόδους της γονιδιακής θεραπείας δε γίνεται αντικατάσταση του μεταλλαγμένου γονιδίου στα κύτταρα του οργανισμού αλλά ενσωμάτωση του φυσιολογικού αντιγράφου του στο γονιδίωμα συγκεκριμένων σωματικών κυττάρων. Συνεπώς, δε μεταβιβάζεται στους απογόνους.

3. Η συμπληρωματικότητα των βάσεων του DNA ώθησε τους Watson και Crick, όταν περιέγραφαν το μοντέλο τους για τη δομή του γενετικού υλικού το 1953, να γράψουν: «είναι φανερό ότι το ειδικό ζευγάρισμα που έχουμε υποθέσει ότι δημιουργείται μεταξύ των βάσεων του DNA προτείνει έναν απλό μηχανισμό αντιγραφής του γενετικού υλικού». Οι Watson και Crick φαντάστηκαν μια διπλή έλικα η οποία ξετυλίγεται και κάθε αλυσίδα λειτουργεί σαν καλούπι για τη σύνθεση μιας νέας συμπληρωματικής αλυσίδας. Έτσι τα δύο θυγατρικά μόρια που προκύπτουν είναι πανομοιότυπα με το μητρικό και καθένα αποτελείται από μία παλιά και μία καινούρια αλυσίδα. Ο μηχανισμός αυτός ονομάστηκε ημισυντηρητικός.

ΘΕΜΑ 3°

1. Μια από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται σήμερα για την παραγωγή της ανθρώπινης ινσουλίνης είναι ο μετασχηματισμός με το φυσιολογικό ανθρώπινο γονίδιο της ινσουλίνης, βακτηρίων *E.coli* τα οποία καλλιεργούνται σε βιοαντιδραστήρα για την παραγωγή της προ-ινσουλίνης. Στη συνέχεια συλλέγεται η προ-ινσουλίνη και με κατάλληλη ενζυμική κατεργασία μετατρέπεται σε ινσουλίνη.

Η ινσουλίνη αποτελείται από δύο μικρά πεπτίδια Α και Β που συγκρατούνται μεταξύ τους με δισουλφιδικούς δεσμούς. Το γονίδιο της ινσουλίνης παράγει ένα πρόδρομο μόριο, την προ-ινσουλίνη, η οποία μετατρέπεται τελικά σε ινσουλίνη.

Η καλλιέργεια των βακτηρίων στο βιοαντιδραστήρα μπορεί να γίνει με διάφορους τύπους ζυμώσεων ανάλογα με το επιθυμητό προϊόν. Ένας από αυτούς του τύπους ζύμωσης είναι η κλειστή καλλιέργεια.

Στην κλειστή καλλιέργεια τοποθετείται στο βιοαντιδραστήρα συγκεκριμένη ποσότητα αποστειρωμένου θρεπτικού υλικού, το οποίο εμβολιάζουμε με αρχική καλλιέργεια μικροοργανισμών. Η καλλιέργεια συνεχίζεται μέχρι την παραγωγή του επιθυμητού προϊόντος.

Οι φάσεις ανάπτυξης των μικροοργανισμών σε μία κλειστή καλλιέργεια είναι η λανθάνουσα, η εκθετική, η στατική και η φάση θανάτου.

Κατά τη λανθάνουσα φάση ($0 \rightarrow t_1$) ο αριθμός των μικροοργανισμών παραμένει σχεδόν σταθερός. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι μικροοργανισμοί χρειάζονται κάποιο χρόνο για να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες και να αρχίσουν να αναπτύσσονται. Στη συνέχεια, οι μικροοργανισμοί αρχίζουν να διαιρούνται με ταχύ ρυθμό, αφού οι συνθήκες συγκέντρωσης οξυγόνου, θερμοκρασίας και pH που επικρατούν στο βιοαντιδραστήρα είναι ιδανικές και

υπάρχουν άφθονα θρεπτικά συστατικά. Η φάση αυτή ονομάζεται εκθετική ($t_1 \rightarrow t_2$), καθώς ο αριθμός των μικροοργανισμών αυξάνεται εκθετικά με το χρόνο. Ακολουθεί η στατική φάση ($t_2 \rightarrow t_3$), στην οποία ο αριθμός των μικροοργανισμών δεν αυξάνεται είτε λόγω εξάντλησης κάποιου θρεπτικού συστατικού είτε λόγω της συσσώρευσης κάποιου τοξικού παράγοντα που είναι προϊόν του μεταβολισμού τους. Ακολουθεί τέλος η φάση θανάτου (t_3 και μετά), όπου ο αριθμός των μικροοργανισμών αρχίζει να μειώνεται. Η διαδοχή των φάσεων είναι η ίδια για κάθε κλειστή καλλιέργεια όμως η διάρκεια της κάθε φάσης εξαρτάται από το είδος του μικροοργανισμού.

2. Οι μικροοργανισμοί παράγουν χρήσιμα προϊόντα συνήθως κατά τη διάρκεια της εκθετικής και της στατικής φάσης ανάπτυξής τους.

Τελική κατεργασία είναι η διεργασία καθαρισμού του προϊόντος που παραλαμβάνεται από το βιοαντιδραστήρα. Αρχικά, γίνεται διαχωρισμός των υγρών από τα στερεά συστατικά, στα οποία συμπεριλαμβάνονται και τα κύτταρα. Αυτό γίνεται συνήθως με διήθηση ή με φυγοκέντρηση. Το επιθυμητό προϊόν μπορεί να περιλαμβάνεται στα στερεά ή υγρά συστατικά, από όπου παραλαμβάνεται με τη χρήση κατάλληλων μεθόδων.

Τα προϊόντα της ζύμωσης μπορούν να αξιοποιηθούν μόνο όταν είναι απόλυτα καθαρά, δηλαδή όταν δεν έχουν προσμείξεις.

Αφού λοιπόν παραλάβουμε την προϊνσουλίνη από την καλλιέργεια των κυττάρων του βιοαντιδραστήρα και αυτή έχει υποστεί τελική κατεργασία ώστε να είναι απολύτως καθαρή τότε την μετατρέπουμε σε ινσουλίνη με κατάλληλη ενζυμική κατεργασία. Συγκεκριμένα με τη χρήση κατάλληλου ενζύμου επί της προϊνσουλίνης αφαιρείται το ενδιάμεσο πεπτιδίο (μεταμεταφραστική τροποποίηση *in vitro*) και η προϊνσουλίνη μετατρέπεται σε ινσουλίνη.

3. Η ινσουλίνη είναι μια ορμόνη που παράγεται από ειδικά κύτταρα του παγκρέατος. Η ορμόνη αυτή ρυθμίζει το μεταβολισμό των υδατανθράκων και πιο συγκεκριμένα το ποσοστό της γλυκόζης στο αίμα.

Ο διαβήτης είναι μια ασθένεια που χαρακτηρίζεται από έλλειψη ή μείωση ινσουλίνης και υπολογίζεται ότι πάνω από 60.000.000 άτομα στον κόσμο πάσχουν από διαβήτη. Η ινσουλίνη χρησιμοποιείται για τη θεραπεία των διαβητικών ατόμων.

ΘΕΜΑ 4°

Το DNA αποτελεί το γενετικό υλικό όλων των κυττάρων και των περισσότερων ιών. Κάποιοι ιοί έχουν ως γενετικό υλικό RNA (RNA-ιοί).

Στο DNA (ή στο RNA των RNA ιών) περιέχονται οι πληροφορίες που καθορίζουν όλα τα χαρακτηριστικά ενός οργανισμού και οι οποίες οργανώνονται σε λειτουργικές μονάδες, τα γονίδια. Η γενετική πληροφορία λοιπόν υπάρχει σε τμήματα του DNA με συγκεκριμένη ακολουθία νουκλεοτιδίων, που ονομάζονται γονίδια. Αυτά, δια μέσου της μεταγραφής και της μετάφρασης, καθορίζουν τη σειρά των αμινοξέων στην πρωτεΐνη.

Τα γονίδια διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Στα γονίδια που μεταγράφονται σε mRNA και μεταφράζονται στη συνέχεια σε πρωτεΐνες και
- Στα γονίδια που μεταγράφονται και παράγουν tRNA, rRNA, και snRNA. (Το τελευταίο μόνο στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς).

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

Το RNA είναι το κινητό αντίγραφο της πληροφορίας ενός γονιδίου. Τα μόρια του mRNA μεταφέρουν την πληροφορία του DNA για την παραγωγή μιας πολυπεπτιδικής αλυσίδας.

α. Η μεταγραφή καθορίζει ποια γονίδια ενός οργανισμού θα εκφραστούν και σε ποια χρονική στιγμή. Ο μηχανισμός της μεταγραφής είναι ο ίδιος στους προκαρυωτικούς και ευκαρυωτικούς οργανισμούς. Η μεταγραφή καταλύεται από ένα ένζυμο, την RNA πολυμεράση (στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς υπάρχουν τρία είδη RNA πολυμερασών).

Η RNA πολυμεράση προσδένεται σε ειδικές περιοχές του DNA, που ονομάζονται υποκινητές, με τη βοήθεια πρωτεϊνών που ονομάζονται μεταγραφικοί παράγοντες. Οι υποκινητές και οι μεταγραφικοί παράγοντες αποτελούν τα ρυθμιστικά στοιχεία της μεταγραφής του DNA και επιτρέπουν στην RNA πολυμεράση να αρχίσει σωστά τη μεταγραφή. Οι υποκινητές βρίσκονται πάντοτε πριν από την αρχή κάθε γονιδίου.

Κατά την έναρξη της μεταγραφής ενός γονιδίου η RNA πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή και προκαλεί τοπικό ξετύλιγμα της διπλής έλικας του DNA. Στη συνέχεια τοποθετεί τα ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια μιας αλυσίδας του DNA σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, όπως και στην αντιγραφή, με τη διαφορά ότι εδώ απέναντι από την αδερίνη τοποθετείται το ριβονουκλεοτίδιο που περιέχει ουρακίλη. Η RNA πολυμεράση συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια, που προστίθενται το ένα μετά το άλλο, με 3'→5' φωσφοδιεστερικό δεσμό. Η μεταγραφή έχει προσανατολισμό 5'→3' όπως και η αντιγραφή. Η σύνθεση του RNA σταματά στο τέλος του γονιδίου, όπου ειδικές αλληλουχίες οι οποίες ονομάζονται αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής, επιτρέπουν την απελευθέρωσή του.

Το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό και επομένως αντιπαράλληλο προς τη μια αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική.

Στους προκαρυωτικούς οργανισμούς το mRNA αρχίζει να μεταφράζεται σε πρωτεΐνη πριν ακόμα ολοκληρωθεί η μεταγραφή του. Αυτό είναι δυνατό, επειδή δεν υπάρχει πυρηνική μεμβράνη.

Συνεπώς, η μη κωδική αλυσίδα από την οποία προήλθε το δοθέν mRNA, είναι:

...₃' **TAC-GGA-GTA-GCA-AGA-TGA-AAA-ATT**⁵...

β. Με τη μεταγραφή, οι πληροφορίες που βρίσκονται στα γονίδια μεταφέρονται στο mRNA με βάση τη συμπληρωματικότητα των νουκλεοτιδικών βάσεων. Η αλληλουχία των βάσεων του mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες με βάση έναν κώδικα αντιστοίχισης νουκλεοτιδίων mRNA με αμινοξέα πρωτεϊνών, ο οποίος ονομάζεται γενετικός κώδικας. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα είναι ότι έχει κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνια λήξης.

Το κωδικόνιο έναρξης σε όλους τους οργανισμούς είναι το ⁵AUG₃, και κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη. Υπάρχουν τρία κωδικόνια λήξης, τα ⁵UAG₃, ⁵UGA₃ και ⁵UAA₃. Η παρουσία των κωδικονίων αυτών στο μόριο του mRNA οδηγεί στον τερματισμό της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας. Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA αλλά και το γονίδιο από το οποίο παράγεται.

Επομένως η τριπλέτα του δοθέντος mRNA που μπορεί να αντικατασταθεί από το κωδικόνιο λήξης $5'UGA_3'$ και το πεπτίδιο που κωδικοποιείται από το mRNA να μην υποστεί την παραμικρή αλλαγή, είναι η τριπλέτα $5'UAA_3'$ η οποία είναι το κωδικόνιο λήξης του δοθέντος μορίου mRNA.

Σε κάθε περίπτωση η πορεία της πρωτεϊνοσύνθεσης θα τερματιστεί τη σωστή στιγμή.

- γ. Ένα επίσης βασικό χαρακτηριστικό του γενετικού κώδικα είναι το γεγονός ότι χαρακτηρίζεται ως εκφυλισμένος. Με εξαίρεση δύο αμινοξέα (μεθειονίνη και τρυπτοφάνη) τα υπόλοιπα 18 κωδικοποιούνται από δύο μέχρι και έξι διαφορετικά κωδικόνια. Τα κωδικόνια που κωδικοποιούν το ίδιο αμινοξύ ονομάζονται συνώνυμα.

Εφόσον λοιπόν η αντικατάσταση της τριπλέτας $5'UCU_3'$ του δοθέντος mRNA από την τριπλέτα $5'UCC_3'$ οδηγεί στο ίδιο ακριβώς πεπτίδιο, συνάγουμε το συμπέρασμα ότι η τριπλέτα $5'UCC_3'$ κωδικοποιεί για το αμινοξύ σερίνη όπως και η τριπλέτα $5'UCU_3'$, δηλαδή πρόκειται για συνώνυμα κωδικόνια.

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Δ' ΤΑΞΗΣ
ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ 2009
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΘΕΜΑ 1°

Για τις ημιτελείς προτάσεις 1 έως και 5, να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της φράσης και δίπλα του το γράμμα που αντιστοιχεί στο σωστό συμπλήρωμά της.

1. Το πλασμίδιο *Ti* εντοπίζεται στο βακτήριο

- α. πνευμονιόκοκκος (*Diplococcus pneumoniae*).
- β. *Escherichia coli*.
- γ. *Bacillus thuringiensis*.
- δ. *Agrobacterium tumefaciens*.

Μονάδες 5

2. Τα υβριδώματα μπορούν να παράγουν μεγάλες ποσότητες

- α. ινσουλίνης.
- β. ιντερφερονών.
- γ. μονοκλωνικών αντισωμάτων.
- δ. α₁-αντιθρυψίνης.

Μονάδες 5

3. Στον ανθρώπινο φυσιολογικό καρυότυπο απεικονίζονται

- α. 23 χρωμοσώματα.
- β. 22 ζεύγη χρωμοσωμάτων.
- γ. 23 ζεύγη χρωμοσωμάτων.
- δ. 46 ζεύγη χρωμοσωμάτων.

Μονάδες 5

4. Η επιλογή ενός βακτηριακού κλώνου που περιέχει το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο γίνεται με:

- α. χρήση ειδικών μορίων ανιχνευτών.
- β. χρήση αντιβιοτικών.
- γ. ένζυμα πρωτεϊνοσύνθεσης.
- δ. χρήση βιοαντιδραστών.

Μονάδες 5

5. Το κωδικόνιο έναρξης της μετάφρασης του mRNA σε όλους τους οργανισμούς είναι το

- α. AUG.
- β. UUU.
- γ. CAA.
- δ. UAA.

Μονάδες 5

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

ΘΕΜΑ 2°

- A. Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό κάθε στοιχείου της Στήλης I και, δίπλα σε κάθε αριθμό, το γράμμα από στοιχείο της Στήλης II, ώστε να προκύπτει η σωστή αντιστοίχιση. Δύο στοιχεία της Στήλης II περισσεύουν:

Στήλη I		Στήλη II	
1.	διαβήτη	α.	αδελφές χρωματίδες
2.	διαγονιδιακά ζώα	β.	ριβονουκλεοπρωτεϊνικά “σωματίδια”
3.	κεντρομερίδιο	γ.	ινσουλίνη
4.	ωρίμανση mRNA	δ.	μικροέγχυση
5.	βιοαντιδραστήρας	ε.	ιντερφερόνη
		ζ.	ζύμωση
		η.	περιοριστικές ενδονουκλεάσες

Μονάδες 10

- B. Ένας νέος τομέας της Βιοτεχνολογίας που αναπτύσσεται ταχύτατα είναι η γονιδιακή θεραπεία.

1. Ποιος είναι ο στόχος της γονιδιακής θεραπείας;

Μονάδες 5

2. Ποιες είναι οι προϋποθέσεις για την εφαρμογή της γονιδιακής θεραπείας;

Μονάδες 6

3. Να αναφέρετε ονομαστικά τους τύπους γονιδιακής θεραπείας.

Μονάδες 4

ΘΕΜΑ 3°

Πρόκειται να καλλιεργηθεί στο εργαστήριο ένας ετερότροφος μικροοργανισμός.

1. Να αναφέρετε ονομαστικά τα θρεπτικά συστατικά τα οποία πρέπει να προστεθούν στο μέσο καλλιέργειας, ώστε ο μικροοργανισμός αυτός να αναπτυχθεί φυσιολογικά.

Μονάδες 8

2. Πώς μπορούμε να διαπιστώσουμε αν ο μικροοργανισμός αυτός είναι υποχρεωτικά αναερόβιος;

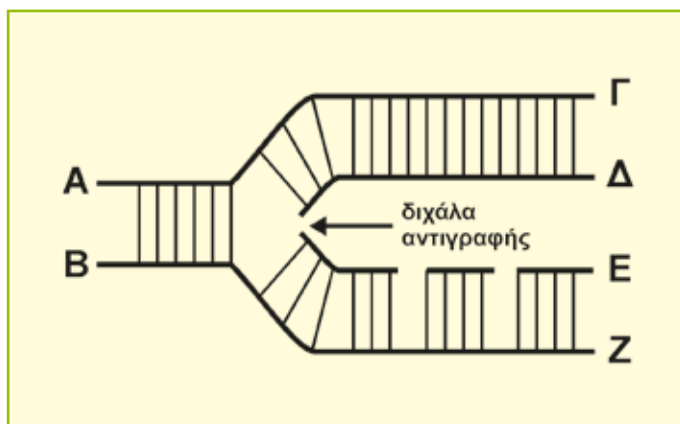
Μονάδες 7

3. Τι γνωρίζετε για τους άλλους παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη του μικροοργανισμού;

Μονάδες 10

ΘΕΜΑ 4^ο

Δίνεται το παρακάτω τμήμα DNA στο οποίο έχει αρχίσει η διαδικασία της αντιγραφής:



1. Στις θέσεις A, B, Γ, Δ, E, Z να αντιστοιχίσετε τις ενδείξεις 3' ή 5' ώστε να φαίνεται ο προσανατολισμός των αρχικών και των νεοσυντιθέμενων αλυσίδων.

Μονάδες 6

2. Τι είναι τα πρωταρχικά τμήματα, πώς δημιουργούνται και πώς επιμηκύνονται;

Μονάδες 9

3. Εξηγήστε γιατί πρέπει, στην παραπάνω διαδικασία να ενεργοποιηθεί το ένζυμο DNA δεσμάση και πώς θα δράσει αυτό;

Μονάδες 6

4. Ποια ένζυμα θα επιδιορθώσουν τα πιθανά λάθη της διαδικασίας της αντιγραφής;

Μονάδες 4

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ 2009

ΘΕΜΑ 1^ο

Οι σωστές απαντήσεις είναι:

1. δ
2. γ
3. γ
4. β

Σημείωση: Με τη χρήση ειδικών μορίων ανιχνευτών γίνεται η επιλογή του βακτηριακού κλώνου μίας γονιδιωματικής βιβλιοθήκης που περιέχει το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο με το επιθυμητό θραύσμα DNA. Με τον ίδιο τρόπο είναι δυνατό να γίνεται και η απομόνωση του ανασυνδυασμένου βακτηριακού κλώνου μίας cDNA βιβλιοθήκης.

5. α

ΘΕΜΑ 2^ο

A. Οι σωστές απαντήσεις είναι:

1. γ
2. δ
3. α
4. β
5. ζ

B. 1. Υπάρχουν περισσότερες από 4.000 γενετικές ασθένειες, ασθένειες δηλαδή που οφείλονται σε γονιδιακές μεταλλάξεις. Όλες σχεδόν αυτές οι ασθένειες προκαλούν δυσμορφίες, το 80% όλων διανοητική καθυστέρηση και το ένα πέμπτο από αυτές θάνατο στην παιδική ηλικία.

Έως πρόσφατα η μοριακή βάση των γενετικών ασθενειών δεν ήταν γνωστή. Η τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA σε συνδυασμό με τις μεθόδους της παραδοσιακής Γενετικής (γενεαλογικά δένδρα) οδήγησε στον εντοπισμό της θέσης στα χρωμοσώματα (χαρτογράφηση) πολλών μεταλλαγμένων γονιδίων, που προκαλούν τις αντίστοιχες ασθένειες. Επιπλέον ορισμένα μεταλλαγμένα γονίδια κλωνοποιήθηκαν και συγκρίθηκαν με τα φυσιολογικά αλληλόμορφα τους, για να εξακριβωθεί το είδος των μεταλλάξεων.

Οι γνώσεις αυτές έδωσαν τη δυνατότητα ανάπτυξης μίας θεραπείας που στηρίζεται στην τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA και ονομάζεται γονιδιακή θεραπεία. Αυτή έχει ως στόχο να «διορθώσει» τη γενετική βλάβη εισάγοντας στους ασθενείς φυσιολογικά αλληλόμορφα του μεταλλαγμένου γονιδίου.

2. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή της γονιδιακής θεραπείας είναι, εκτός από την κλωνοποίηση του υπεύθυνου γονιδίου, και ο προσδιορισμός των κυττάρων που εμφα-

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

νίζουν τη βλάβη από την ασθένεια. Με τις μεθόδους της γονιδιακής θεραπείας δε γίνεται αποκατάσταση της λειτουργίας του μεταλλαγμένου γονιδίου σε όλα τα κύτταρα του οργανισμού αλλά μόνο σε ορισμένα κύτταρα-στόχους (σωματικά κύτταρα).

3. Η γονιδιακή θεραπεία εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το Σεπτέμβριο του 1990. Σήμερα υπάρχουν δύο τύποι γονιδιακής θεραπείας, αυτοί είναι η *ex vivo* γονιδιακή θεραπεία και η *in vivo* γονιδιακή θεραπεία. Ο διαχωρισμός τους στηρίζεται στο αν τα κύτταρα στόχοι που υφίστανται τη γενετική αλλαγή μπορούν ή όχι αντίστοιχα, να αφαιρεθούν προσωρινά από το σώμα του ασθενούς.

ΘΕΜΑ 3^ο

1. Όπως και όλοι οι υπόλοιποι οργανισμοί, για να αναπτυχθεί ένας μικροοργανισμός είναι απαραίτητο να μπορεί να προμηθεύεται από το περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται μια σειρά θρεπτικών συστατικών. Σε αυτά περιλαμβάνονται ο άνθρακας, το άζωτο, διάφορα μεταλλικά ιόντα και το νερό.

Για τους ετερότροφους μικροοργανισμούς η πηγή άνθρακα (C) είναι διάφορες οργανικές ενώσεις, όπως οι υδατάνθρακες.

Η πηγή αζώτου για τους περισσότερους μικροοργανισμούς είναι τα αμμωνιακά ή τα νιτρικά ιόντα (NO_3^-). Τέλος, τα μεταλλικά ιόντα είναι απαραίτητα για την πραγματοποίηση των χημικών αντιδράσεων στο κύτταρο και ως συστατικά διαφόρων μορίων.

2. Η παρουσία ή απουσία O_2 μπορεί να βοηθήσει ή να αναστείλει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Υπάρχουν μικροοργανισμοί που για την ανάπτυξή τους απαιτούν υψηλή συγκέντρωση O_2 (υποχρεωτικά αερόβιοι) όπως τα βακτήρια του γένους *Mycobacterium*. Άλλοι μικροοργανισμοί, όπως οι μύκητες που χρησιμοποιούνται στην αρτοποιηχανία, ανήκουν στην κατηγορία των μικροοργανισμών που αναπτύσσονται παρουσία O_2 με ταχύτερο ρυθμό απ'ότι απουσία O_2 (προαιρετικά αερόβιοι). Τέλος, υπάρχουν μικροοργανισμοί όπως βακτήρια του γένους *Clostridium* για τους οποίους το O_2 είναι τοξικό (υποχρεωτικά αναερόβιοι). Συνεπώς μπορούμε να διαπιστώσουμε αν ο μικροοργανισμός μας είναι υποχρεωτικά αναερόβιος όταν τον καλλιεργήσουμε σε περιβάλλον παρουσία O_2 και αδυνατεί να αναπτυχθεί ενώ όταν τον καλλιεργήσουμε σε περιβάλλον απουσία O_2 τότε αυτός αναπτύσσεται φυσιολογικά.

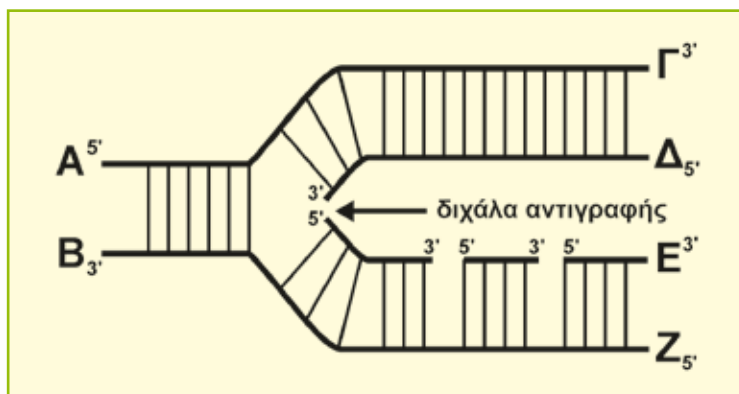
3. Οι παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο διπλασιασμού και κατά συνέπεια το ρυθμό ανάπτυξης των μικροοργανισμών είναι η διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών, το pH, το O_2 και η θερμοκρασία.

Το pH επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Οι περισσότεροι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται σε pH 6-9. Υπάρχουν όμως και μικροοργανισμοί, όπως βακτήρια του γένους *Lactobacillus* που αναπτύσσονται σε pH 4-5.

Τέλος, η θερμοκρασία είναι ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Οι περισσότεροι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται άριστα σε θερμοκρασίες 20°- 45°C. Για παράδειγμα το βακτήριο *E.coli* αναπτύσσεται άριστα σε θερμοκρασία 37°C. Υπάρχουν όμως ορισμένοι μικροοργανισμοί που για την ανάπτυξή τους απαιτούν θερμοκρασία μεγαλύτερη από 45°C, όπως αυτοί που αναπτύσσονται κοντά σε θερμοπηγές, και άλλοι που αναπτύσσονται σε θερμοκρασία μικρότερη των 20°C.

ΘΕΜΑ 4^ο

1.



Το DNA είναι ένα μακρομόριο (πολυνουκλεοτίδιο) που αποτελείται από νουκλεοτίδια. Μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα σχηματίζεται από την ένωση πολλών νουκλεοτιδίων με ομοιοπολικό δεσμό. Ο δεσμός αυτός αναπτύσσεται μεταξύ του υδροξυλίου του 3' άνθρακα της πεντόζης του πρώτου νουκλεοτιδίου και της φωσφορικής ομάδας που είναι ενωμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του αμέσως επόμενου νουκλεοτιδίου. Ο δεσμός ονομάζεται 3'→5' φωσφοδιεστερικός δεσμός.

Ανεξάρτητα από τον αριθμό των νουκλεοτιδίων μιας πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας, το πρώτο νουκλεοτίδιο θα έχει πάντα ελεύθερη μια φωσφορική ομάδα ενωμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του και το τελευταίο νουκλεοτίδιο θα έχει ελεύθερο το υδροξύλιο του 3' άνθρακα της πεντόζης του. Για αυτό λέμε ότι ο προσανατολισμός μιας πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας είναι πάντα 5'→3'.

Εξαιτίας της δράσης (δημιουργία 3'→5' φωσφοδιεστερικού δεσμού) των ενζύμων που πραγματοποιούν τον πολυμερισμό (DNA πολυμεράσες) κάθε νεοσυντιθέμενης αλυσίδας DNA στο αντιγραφόμενο τμήμα DNA, η αντιγραφή έχει προσανατολισμό 5'→3'. Κάθε νέος κλώνος DNA που συντίθεται γίνεται με προσανατολισμό 5'→3', οπότε σε κάθε διπλή έλικα που προκύπτει οι δύο συμπληρωματικοί κλώνοι DNA είναι αντιπαράλληλοι.

2. Καθώς οι DNA πολυμεράσες δεν έχουν την ικανότητα να αρχίσουν την αντιγραφή, το κύτταρο έχει ένα ειδικό σύμπλοκο που αποτελείται από πολλά ένζυμα, το πριμόσωμα, το οποίο συνθέτει στις θέσεις έναρξης της αντιγραφής μικρά τμήματα RNA, συμπληρωματικά προς τις μητρικές αλυσίδες, τα οποία ονομάζονται πρωταρχικά τμήματα. DNA πολυμεράσες επιμηκώνουν τα πρωταρχικά τμήματα, τοποθετώντας συμπληρωματικά δεοξυριβονουκλεοτίδια απέναντι από τις μητρικές αλυσίδες του DNA.
3. Επειδή, όπως ειπώθηκε, οι DNA πολυμεράσες λειτουργούν μόνο προς καθορισμένη κατεύθυνση και τοποθετούν τα νουκλεοτίδια στο ελεύθερο 3' άκρο της δεοξυριβόζης του τελευταίου νουκλεοτιδίου κάθε αναπτυσσόμενης αλυσίδας. Έτσι, λέμε ότι αντιγραφή γίνεται με προσανατολισμό 5' προς 3'. Κάθε νεοσυντιθέμενη αλυσίδα θα έχει προσανατολισμό 5'→3'. Έτσι, σε κάθε διπλή έλικα που παράγεται οι δύο αλυσίδες θα είναι αντιπαράλληλες. Για να ακολουθηθεί αυτός ο κανόνας σε κάθε τμήμα DNA που γίνεται η αντιγραφή, η σύνθεση του DNA είναι συνεχής στη μία αλυσίδα και ασυνεχής στην άλλη. Τα κομμάτια της ασυνεχούς αλυσίδας συνδέονται μεταξύ τους με τη βοήθεια ενός ενζύμου, που ονομάζεται DNA

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

δεσμάση. Το ίδιο ένζυμο συνδέει και όλα τα κομμάτια που προκύπτουν από τις διάφορες θέσεις έναρξης αντιγραφής σε ένα γραμμικό μόριο DNA.

4. Οι DNA πολυμεράσες, εκτός των άλλων, επιδιορθώνουν επίσης λάθη που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της αντιγραφής. Μπορούν δηλαδή, να “βλέπουν” και να “απομακρύνουν” νουκλεοτίδια που οι ίδιες τοποθετούν, κατά παράβαση του κανόνα της συμπληρωματικότητας, και να τοποθετούν τα σωστά. Το κύτταρο ελέγχει αν η αλληλουχία βάσεων του DNA είναι σωστή. Η αντιγραφή του DNA είναι απίστευτα ακριβής, μόνο ένα νουκλεοτίδιο στα 100.000 μπορεί να ενσωματωθεί λάθος. Τα λάθη που δεν επιδιορθώνονται από τις DNA πολυμεράσες, επιδιορθώνονται σε μεγάλο ποσοστό από ειδικά επιδιορθωτικά ένζυμα. Έτσι ο αριθμός των λαθών περιορίζεται στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς το ένα στα 10^{10} !

ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Δ' ΤΑΞΗΣ
ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ 2010
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΘΕΜΑ 1°

Για τις ημιτελείς προτάσεις 1 έως και 5, να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της φράσης και δίπλα του το γράμμα που αντιστοιχεί στο σωστό συμπλήρωμά της.

1. Η ποσότητα DNA είναι

- α. διπλάσια στα νευρικά κύτταρα σε σχέση με τα ηπατικά του ίδιου οργανισμού.
- β. η μισή στα διπλοειδή κύτταρα σε σχέση με τα απλοειδή.
- γ. ίδια σε όλα τα είδη των σωματικών κυττάρων ενός οργανισμού.
- δ. συνήθως μικρότερη στους περισσότερους εξελιγμένους οργανισμούς.

Μονάδες 5

2. Η ινσουλίνη είναι μία ορμόνη που ρυθμίζει

- α. τον μεταβολισμό των πρωτεϊνών.
- β. τη συγκέντρωση των αλάτων στα ούρα.
- γ. τον μεταβολισμό των υδατανθράκων στο αίμα.
- δ. τη συγκέντρωση της χοληστερόλης στο αίμα.

Μονάδες 5

3. Τα διαγονιδιακά ζώα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή

- α. αυξητικής ορμόνης.
- β. μικροβιακής βιομάζας.
- γ. νουκλεϊκών οξέων.
- δ. σακχάρων.

Μονάδες 5

4. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες

- α. κόβουν το DNA σε καθορισμένες θέσεις.
- β. παράγονται από βακτήρια.
- γ. προστατεύουν το βακτήριο από την εισβολή ξένου DNA.
- δ. όλα τα παραπάνω.

Μονάδες 5

5. Το πλασμίδιο Ti

- α. υπάρχει σε πολλά είδη βακτηρίων.
- β. βρίσκεται στο βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens*.
- γ. ενσωματώνεται στο γενετικό υλικό των ζωικών κυττάρων.
- δ. απομονώνεται από τους ιούς.

Μονάδες 5

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

ΘΕΜΑ 2°

1. Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό κάθε στοιχείου της Στήλης Ι και, δίπλα σε κάθε αριθμό, το γράμμα από στοιχείο της Στήλης ΙΙ, ώστε να προκύπτει η σωστή αντιστοίχιση. Δύο στοιχεία της Στήλης ΙΙ περισσεύουν:

Στήλη Ι		Στήλη ΙΙ	
α.	πριμόσωμα	1.	ημιαυτόνομο οργανίδιο
β.	πολύσωμα	2.	πλασμίδιο
γ.	χλωροπλάστης	3.	μεταγραφή
δ.	φορέας κλωνοποίησης	4.	ζύμωση
ε.	καρυότυπος	5.	μετάφαση
		6.	αντιγραφή
		7.	μεταφασικά χρωμοσώματα

Μονάδες 10

2. Να μεταφέρετε στο τετράδιό σας τις παρακάτω προτάσεις συμπληρωμένες με τους σωστούς όρους.

1. Οι ιντερφερόνες παράγονται από κύτταρα που έχουν μολυνθεί από
2. Τα υβριδώματα μπορούν να παράγουν μεγάλες ποσότητες ενός αντισώματος.
3. Η εισαγωγή ξένου DNA σε γονιμοποιημένο ωάριο γίνεται με τη μέθοδο της
4. Η διαδικασία με την οποία επιτυγχάνεται η ανάπτυξη μικροοργανισμών σε υγρό θρεπτικό υλικό ονομάζεται
5. Τα ένζυμα που διασπούν τους δεσμούς υδρογόνου μεταξύ των δύο αλυσίδων του DNA ονομάζονται

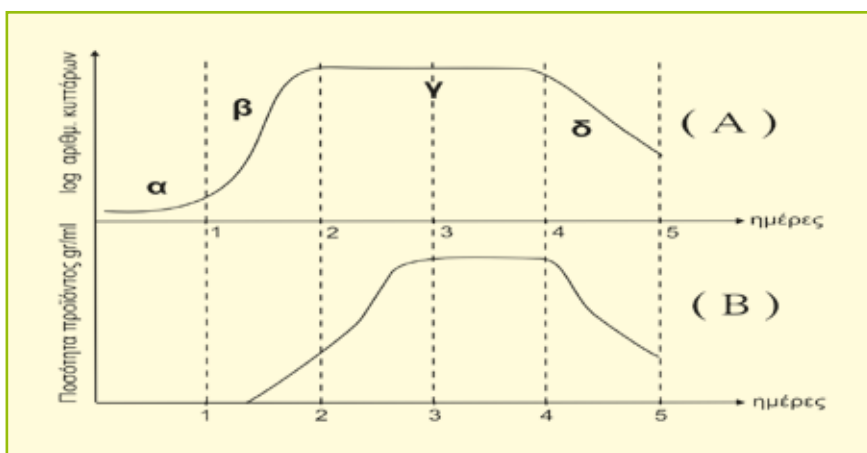
Μονάδες 10

3. Τι είναι το μικρό πυρηνικό RNA (snRNA) και ποιος ο ρόλος του;

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 3°

Δίνονται τα παρακάτω διαγράμματα Α και Β. Στο Α απεικονίζονται οι φάσεις (α, β, γ και δ) ανάπτυξης ενός μικροοργανισμού. Στο Β απεικονίζεται η παραγωγή του προϊόντος από τον μικροοργανισμό, για το ίδιο χρονικό διάστημα.



1. Με βάση το διάγραμμα A να χαρακτηρίσετε τον τύπο της καλλιέργειας (μονάδες 3) και να ονομάσετε τις φάσεις της (μονάδες 4).

Μονάδες 7

2. Σε ποια φάση παράγεται η μεγαλύτερη ποσότητα του προϊόντος (μονάδες 2); Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 6).

Μονάδες 8

3. Αν το προϊόν εκκρίνεται από τον μικροοργανισμό, πως θα το παραλάβουμε από την καλλιέργεια;

Μονάδες 6

4. Να αναφέρεται τους παράγοντες που επηρεάζουν τον ρυθμό ανάπτυξης του μικροοργανισμού.

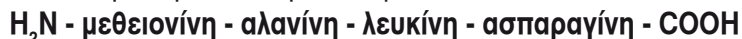
Μονάδες 4

ΘΕΜΑ 4^ο

Δίνεται τμήμα μορίου DNA ευκαρυωτικού κυττάρου που περιέχει το ασυνεχές γονίδιο



το οποίο είναι υπεύθυνο για τη σύνθεση του παρακάτω πεπτιδίου:



1. Να γράψετε την κωδική και τη μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου (μονάδες 4). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 6).

Μονάδες 10

2. Να γράψετε το πρόδρομο mRNA, το ώριμο mRNA, το εσώνιο του γονιδίου (μονάδες 6) και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 9).

Μονάδες 15

Δίνονται οι παρακάτω αντιστοιχίσεις αμινοξέων και κωδικονίων:
Αλανίνη: GCU, Λευκίνη: UUG, Ασπαραγίνη: AAU

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ 2010

ΘΕΜΑ 1^ο

Οι σωστές απαντήσεις είναι:

1. γ
2. γ
3. α
4. δ
5. β

ΘΕΜΑ 2^ο

1. $\alpha \rightarrow 6, \beta \rightarrow 5, \gamma \rightarrow 1, \delta \rightarrow 2, \varepsilon \rightarrow 7$
2. 1. Οι ιντερφερόνες παράγονται από κύτταρα που έχουν μολυνθεί από **ιό**.
2. Τα υβριδώματα μπορούν να παράγουν μεγάλες ποσότητες ενός **μονοκλωνικού** αντισώματος.
3. Η εισαγωγή ξένου DNA σε γονιμοποιημένο ωάριο γίνεται με τη μέθοδο της **μικροέγχυσης**.
4. Η διαδικασία με την οποία επιτυγχάνεται η ανάπτυξη μικροοργανισμών σε υγρό θρεπτικό υλικό ονομάζεται **ζύμωση**.
5. Τα ένζυμα που διασπούν τους δεσμούς υδρογόνου μεταξύ των δύο αλυσίδων του DNA ονομάζονται **DNA ελικάσες**.
3. Μικρό πυρηνικό RNA (snRNA) είναι μικρά μόρια RNA, τα οποία συνδέονται με πρωτεΐνες και σχηματίζουν μικρά ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια. Τα σωματίδια αυτά καταλύουν την «ωρίμανση» του mRNA, μια διαδικασία κατά την οποία αφαιρούνται τα εσώνια από το πρόδρομο mRNA και συρράπτονται μεταξύ τους τα εξώνια για να προκύψει το ώριμο mRNA. Η ωρίμανση του mRNA συμβαίνει στον πυρήνα και γίνεται μόνο στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς.

ΘΕΜΑ 3^ο

1. Το διάγραμμα Α που δίνεται παριστάνει τις φάσεις ανάπτυξης μίας κλειστής μικροβιακής καλλιέργειας. Σ' αυτό τον τύπο ζύμωσης τοποθετείται στο βιοαντιδραστήρα ορισμένη ποσότητα αποστειρωμένου θρεπτικού υλικού, η οποία εμβολιάζεται με αρχική καλλιέργεια μικροοργανισμών. Η καλλιέργεια συνεχίζεται μέχρι την παραγωγή του επιθυμητού προϊόντος. Στην κλειστή καλλιέργεια οι φάσεις ανάπτυξης των μικροοργανισμών είναι η λανθάνουσα, η εκθετική, η στατική και η φάση θανάτου. Παρ' ότι η διαδοχή των φάσεων ανάπτυξης σε κάθε κλειστή καλλιέργεια είναι συγκεκριμένη, η διάρκεια κάθε φάσης διαφέρει ανάλογα με το είδος των μικροοργανισμών.
2. Στο δοθέν διάγραμμα Β στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή του προϊόντος από τον μικροοργανισμό διακρίνεται ότι το προϊόν ξεκινάει να παράγεται στην εκθετική φάση και ο ρυθμός παραγωγής του αυξάνει στην αρχή της στατικής φάσης της μικροβιακής καλλιέργειας όπου παράγεται η μεγαλύτερη ποσότητα προϊόντος.
Γνωρίζουμε ότι οι μικροοργανισμοί παράγουν χρήσιμα προϊόντα συνήθως κατά τη διάρκεια της εκθετικής και της στατικής φάσης ανάπτυξής τους. Στην προκειμένη περίπτωση, όπως προκύπτει από την προσεκτική μελέτη του δοθέντος διαγράμματος Β, σε σχέση με το δο-

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

θέν διάγραμμα Α, στο οποίο φαίνεται η διαδοχή των φάσεων ανάπτυξης της συγκεκριμένης κλειστής καλλιέργειας, παρατηρούμε ότι η παραγωγή του προϊόντος ξεκινάει μετά την πρώτη ημέρα καλλιέργειας και αρκετά νωρίς πριν ολοκληρωθεί η δεύτερη ημέρα καλλιέργειας όπου σε αυτό το χρονικό διάστημα η καλλιέργεια βρισκόταν στο μέσο της εκθετικής φάσης ανάπτυξης. Μεταξύ της δεύτερης και της τρίτης ημέρας καλλιέργειας των μικροοργανισμών και ενώ η καλλιέργεια βρίσκεται στην αρχή της στατικής φάσης της, παρατηρείται αύξηση του ρυθμού παραγωγής του προϊόντος, του οποίου η παραγωγή επιτυγχάνει τη μέγιστη τιμή πριν την ολοκλήρωση της τρίτης ημέρας καλλιέργειας και σταθεροποιείται σε αυτή την τιμή συγκέντρωσης του παραγόμενου προϊόντος, μέχρι την ολοκλήρωση της τέταρτης ημέρας καλλιέργειας του μικροοργανισμού που συμπίπτει με τον τερματισμό της στατικής φάσης και την αρχή της φάσης θανάτου της μικροβιακής καλλιέργειας, οπότε και παρατηρείται πτώση συγκέντρωσης του προϊόντος.

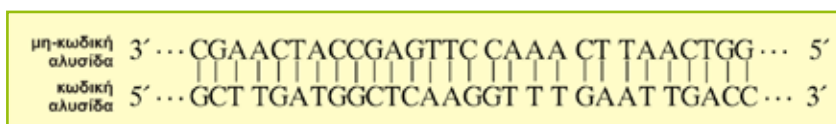
3. Τελική κατεργασία παραγόμενου μικροβιακού προϊόντος.

Επειδή το παραγόμενο προϊόν εκκρίνεται από τα κύτταρα του μικροοργανισμού, τότε αυτό αναμένεται να περιλαμβάνεται στα υγρά συστατικά που προκύπτουν με τον διαχωρισμό των προϊόντων της ζύμωσης με μεθόδους διήθησης ή φυγοκέντρωσης. Στη συνέχεια αφού απομονώσουμε σε καθαρή μορφή με κατάλληλες μεθόδους το προϊόν από τα υγρά συστατικά της καλλιέργειας, μπορούμε να το συσκευάσουμε, να το αποθηκεύσουμε και να το διανύουμε.

4. Οι παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο διπλασιασμού και κατά συνέπεια το ρυθμό ανάπτυξης των μικροοργανισμών είναι η διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών, το pH, το O₂ και η θερμοκρασία.

ΘΕΜΑ 4^ο

1.



Από τα βασικά χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα είναι:

1. Ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μια τριάδα νουκλεοτιδίων, το κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ.
2. Ο γενετικός κώδικας είναι συνεχής, δηλαδή το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο.
3. Ο γενετικός κώδικας είναι μη επικαλυπτόμενος, δηλαδή κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο.
4. Ο γενετικός κώδικας έχει κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνια λήξης. Το κωδικόνιο έναρξης σε όλους τους οργανισμούς είναι το ⁵AUG₃ και κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη. Υπάρχουν τρία κωδικόνια λήξης, τα ⁵UAG₃, ⁵UGA₃ και ⁵UAA₃. Η παρουσία των κωδικονίων αυτών στο μόριο του mRNA οδηγεί στον τερματισμό της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας διότι δεν υπάρχουν μόρια tRNA με αντικωδικόνιο συμπληρωματικό προς τα κωδικόνια λήξης. Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA αλλά και το γονίδιο από το οποίο παράγεται. Έτσι, για παραδείγμα, το κωδικόνιο έναρξης ⁵AUG₃ αντιστοιχεί στο κωδικόνιο έναρξης της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου ⁵ATG₃ κ.ο.κ. Το τμήμα ενός γονιδίου, και του mRNA του που κωδικοποιεί μια πολυπεπτιδική αλυσίδα, αρχίζει με το κωδικόνιο έναρξης και τελειώνει με το κωδικόνιο λήξης.

Κατά την έναρξη της μεταγραφής ενός γονιδίου η RNA πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή και προκαλεί τοπικό ξετύλιγμα της διπλής έλικας του DNA. Στη συνέχεια, τοποθετεί τα ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια μίας αλυσίδας του DNA σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, όπως και στην αντιγραφή, με τη διαφορά ότι εδώ απέναντι από την αδενίνη τοποθετείται το ριβονουκλεοτίδιο που περιέχει ουρακίλη. Η RNA πολυμεράση συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια, που προστίθενται το ένα μετά το άλλο, με 3' - 5' φωσφοδιεστερικό δεσμό. Η μεταγραφή έχει προσανατολισμό 5' → 3' όπως και η αντιγραφή. Το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική.

Το παραγόμενο λοιπόν μόριο RNA θα έχει τον ίδιο προσανατολισμό (5' → 3') και την ίδια αλληλουχία νουκλεοτιδικών βάσεων με την κωδική αλυσίδα του γονιδίου, μόνο που αντί για δεοξυριβονουκλεοτίδια που συνιστούν την κωδική αλυσίδα, το παραγόμενο RNA αποτελείται από ριβονουκλεοτίδια.

Με βάση τα παραπάνω η κωδική αλυσίδα του γονιδίου είναι αυτή με προσανατολισμό 5' → 3' η οποία έχει προς το 5' άκρο της το κωδικόνιο έναρξης της μετάφρασης $^5\text{ATG}_3$, και προς το 3' άκρο της θα έχει ένα εκ των κωδικονίων λήξης, ενώ μεταξύ κωδικονίου έναρξης και λήξης θα πρέπει να παρεμβάλλονται με την εξής σειρά από το 5' άκρο προς το 3' άκρο της αλυσίδας οι τριπλέτες νουκλεοτιδίων μετά το κωδικόνιο έναρξης: GCT - TTC - AAT - λήξη. Η διαδοχή των τριπλετών πρέπει να είναι αυτή καθώς γνωρίζουμε ότι από την μετάφραση της γενετικής πληροφορίας αυτού του γονιδίου προκύπτει το ολιγοπεπτίδιο που μας δίνεται:

H₂N - Met - Ala - Len - Asn - COOH

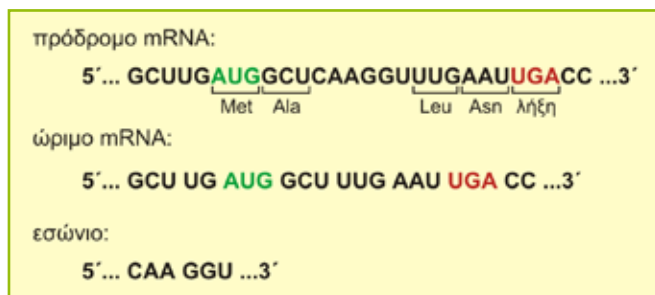
όπου σύμφωνα με τον γενετικό κώδικα και τα κωδικόνια που μας δίνονται τα αμινοξέα αυτά κωδικοποιούνται από τα εξής κωδικόνια της κωδικής αλυσίδας του DNA του δοθέντος γονιδίου:

5' - ATG - GCT - TTG - AAT - λήξης - 3'

Καθώς όμως το γονίδιο αυτό είναι ευκαρυωτικό και ασυνεχές μεταξύ των δύο κωδικονίων πρέπει να παραμβάλεται ένα εσώνιο.

Με βάση όλα τα παραπάνω και δεδομένων των δύο δοθέντων αλυσίδων DNA του γονιδίου μόνο ο κάτω κλώνος με προσανατολισμό 5' → 3' όταν διαβάζεται από τα αριστερά προς τα δεξιά εμφανίζει την παραπάνω αλληλουχία νουκλεοτιδίων που κωδικοποιούν για το δοθέν ολιγοπεπτίδιο. Συνεπώς αυτός ο κλώνος του DNA του γονιδίου είναι ο κωδικός και ο άλλος είναι ο μη-κωδικός.

2.



Με τη μεταγραφή, οι πληροφορίες που βρίσκονται στα γονίδια μεταφέρονται στο mRNA

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

με βάση τη συμπληρωματικότητα των νουκλεοτιδικών βάσεων. Η αλληλουχία των βάσεων του mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες με βάση έναν κώδικα αντιστοίχισης νουκλεοτιδίων mRNA με αμινοξέα πρωτεϊνών, ο οποίος ονομάζεται γενετικός κώδικας.

Το RNA που συντίθεται κατά τη μεταγραφή ενός γονιδίου είναι το κινητό αντίγραφο της πληροφορίας του γονιδίου και επειδή συντίθεται από την RNA πολυμεράση με προσανατολισμό $5' \rightarrow 3'$ και καλούπι τον μη-κωδικό κλώνο του γονιδίου, το RNA είναι ίδιο σε προσανατολισμό και αλληλουχία βάσεων, μόνο που αντί για T έχει U, με την κωδική αλυσίδα του γονιδίου η οποία φέρει την γενετική πληροφορία.

Όμως στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς, το mRNA που παράγεται κατά τη μεταγραφή ενός γονιδίου συνήθως δεν είναι έτοιμο να μεταφραστεί, αλλά υφίσταται μια πολύπλοκη διαδικασία ωρίμανσης, γιατί τα περισσότερα γονίδια των ευκαρυωτικών οργανισμών είναι ασυνεχή ή διακεκομμένα. Δηλαδή, η αλληλουχία που μεταφράζεται σε αμινοξέα διακόπτεται από ενδιάμεσες αλληλουχίες οι οποίες δε μεταφράζονται σε αμινοξέα. Οι αλληλουχίες που μεταφράζονται σε αμινοξέα ονομάζονται εξώνια και οι ενδιάμεσες αλληλουχίες ονομάζονται εσώνια.

Όταν ένα γονίδιο που περιέχει εσώνια μεταγράφεται, δημιουργείται το πρόδρομο mRNA που περιέχει και εξώνια και εσώνια. Το πρόδρομο mRNA μετατρέπεται σε mRNA με τη διαδικασία της ωρίμανσης, κατά την οποία τα εσώνια κόβονται από μικρά ριβονουκλεοπρωτεϊνικά «σωματίδια» και απομακρύνονται. Τα ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια αποτελούνται από snRNA και από πρωτεΐνες και λειτουργούν ως ένζυμα: κόβουν τα εσώνια και συρράπτουν τα εξώνια μεταξύ τους. Έτσι σχηματίζεται το «ώριμο» mRNA. Αυτό, παρ' ότι αποτελείται αποκλειστικά από εξώνια, έχει δύο περιοχές που δε μεταφράζονται σε αμινοξέα. Η μία βρίσκεται στο $5'$ άκρο και η άλλη στο $3'$ άκρο. Οι αλληλουχίες αυτές ονομάζονται $5'$ και $3'$ αμετάφραστες περιοχές, αντίστοιχα. Το mRNA μεταφέρεται από τον πυρήνα στο κυτταρόπλασμα και ειδικότερα στα ριβοσώματα όπου είναι η θέση της πρωτεϊνοσύνθεσης.

Η μετάφραση του mRNA, δηλαδή η αντιστοίχιση των κωδικονίων σε αμινοξέα και η διαδοχική σύνδεση των αμινοξέων σε πολυπεπτιδική αλυσίδα, πραγματοποιείται στα ριβοσώματα με τη βοήθεια των tRNA και τη συμμετοχή αρκετών πρωτεϊνών και ενέργειας.

ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Δ' ΤΑΞΗΣ
ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ 2011
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΘΕΜΑ 1°

Για τις ημιτελείς προτάσεις 1 έως και 5, να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της φράσης και δίπλα του το γράμμα που αντιστοιχεί στο σωστό συμπλήρωμά της.

1. Κατά τη λανθάνουσα φάση σε μια κλειστή καλλιέργεια ο πληθυσμός των μικροοργανισμών

- α. παραμένει σχεδόν σταθερός.
- β. αυξάνεται σταθερά.
- γ. αρχικά αυξάνεται και μετά μειώνεται.
- δ. μειώνεται σταθερά.

Μονάδες 5

2. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες

- α. συμμετέχουν στη μεταγραφή του DNA.
- β. καταλύουν την ωρίμανση του mRNA.
- γ. συμμετέχουν στη μετάφραση του mRNA.
- δ. αναγνωρίζουν ειδικές αλληλουχίες DNA.

Μονάδες 5

3. Το πλασμίδιο Τι χρησιμοποιείται στη διαδικασία

- α. της μικροέγχυσης.
- β. δημιουργίας διαγονιδιακών ζώων.
- γ. δημιουργίας διαγονιδιακών φυτών.
- δ. παραγωγής υβριδωμάτων.

Μονάδες 5

4. Το γεγονός ότι κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο σημαίνει ότι ο γενετικός κώδικας είναι

- α. συνεχής.
- β. μη επικαλυπτόμενος.
- γ. εκφυλισμένος.
- δ. σχεδόν καθολικός.

Μονάδες 5

5. Τα υβριδώματα παράγονται ύστερα από

- α. σύντηξη βακτηρίων με καρκινικά κύτταρα.
- β. σύντηξη Β λεμφοκυττάρων με καρκινικά κύτταρα.
- γ. σύντηξη Β λεμφοκυττάρων με ιούς.
- δ. υβριδοποίηση δύο μονόκλωνων αλυσίδων DNA.

Μονάδες 5

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

ΘΕΜΑ 2°

1. Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό κάθε στοιχείου της Στήλης I και, δίπλα σε κάθε αριθμό, το γράμμα από στοιχείο της Στήλης II, ώστε να προκύπτει η σωστή αντιστοίχιση. Δύο στοιχεία της Στήλης II περισσεύουν:

Στήλη I		Στήλη II	
α.	in vivo γονιδιακή θεραπεία	1.	μικροέκχυση
β.	γενετική τροποποίηση ζώων	2.	περιοριστική ενδονουκλεάση
γ.	ημιαυτόνομα οργανίδια	3.	ριβοσώματα
δ.	ένζυμο που συνδεεί τμήματα DNA	4.	RNA πολυμεράση
ε.	πλασμίδιο Ti	5.	DNA δεσμάση
στ.	σύνθεση κυτταροπλασματικών πρωτεϊνών	6.	μιτοχόνδρια
		7.	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>
		8.	κυστική ίνωση

Μονάδες 12

2. Να ταξινομήσετε τις παρακάτω μορφολογικές δομές του γενετικού υλικού ενός ευκαρυωτικού κυττάρου αρχίζοντας από το μικρότερο προς το μεγαλύτερο βαθμό συσπείρωσης:

1. ινίδια χρωματίνης
2. μεταφασικά χρωμοσώματα
3. «χάντρες» νουκλεοσωμάτων
4. διπλή έλικα DNA
5. αδελφές χρωματίδες

Μονάδες 5

3. Να γράψετε συνοπτικά τα στάδια παραγωγής ινσουλίνης από βακτήρια.

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ 3°

1. Μια πρωτεΐνη ενός ευκαρυωτικού κυττάρου αποτελείται από μια πολυπεπτιδική αλυσίδα 100 αμινοξέων. Το γονίδιο από το οποίο κωδικοποιήθηκε η πρωτεΐνη αποτελείται από πολύ περισσότερα νουκλεοτίδια από αυτά που κωδικοποιούν τα 100 αμινοξέα. Να αναφέρετε τους λόγους αυτής της διαφοράς.

Μονάδες 7

2. Η ανάλυση δειγμάτων DNA από δύο βακτηριακές καλλιέργειες έδωσε τα εξής αποτελέσματα: στην πρώτη καλλιέργεια βρέθηκε ποσοστό αδενίνης (A) 28% και στη δεύτερη βρέθηκε ποσοστό γουανίνης (G) 28%. Να εξηγήσετε αν τα βακτήρια των δύο καλλιεργειών ανήκουν στο ίδιο ή σε διαφορετικό είδος.

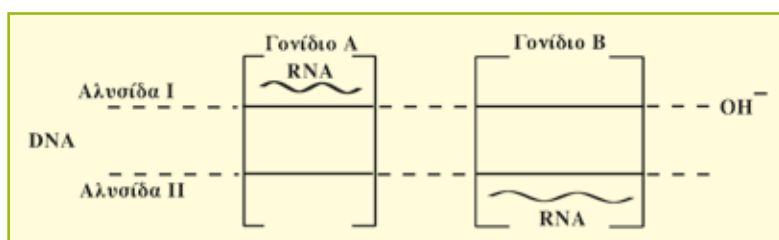
Μονάδες 6

2. Με ποιους τρόπους γίνεται η καλλιέργεια μικροοργανισμών σε μεγάλη κλίμακα;

Μονάδες 12

ΘΕΜΑ 4^ο

Σ' ένα μόριο DNA ευκαρυωτικού κυττάρου υπάρχουν δύο γονίδια A και B, όπως φαίνεται στο σχήμα:



1. Να μεταφέρετε το σχήμα στο τετράδιό σας και να ορίσετε τους προσανατολισμούς των αλυσίδων του DNA (μονάδες 2). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4).

Μονάδες 6

2. Τα γονίδια A και B μεταγράφονται σε RNA. Να ορίσετε τους προσανατολισμούς του RNA (μονάδες 2). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4).

Μονάδες 6

3. Ποια είναι η κωδική αλυσίδα για το γονίδιο A και ποια για το B (μονάδες 2); Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 5).

Μονάδες 7

4. Τι είναι ο υποκινητής (μονάδες 2); Να ορίσετε τη θέση του υποκινητή για κάθε γονίδιο με ένα βέλος (μονάδες 4).

Μονάδες 6

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ 2011

ΘΕΜΑ 1^ο

Οι σωστές απαντήσεις είναι:

1. α
2. δ
3. γ
4. β
5. β

ΘΕΜΑ 2^ο

1. $\alpha \rightarrow 8, \beta \rightarrow 1, \gamma \rightarrow 6, \delta \rightarrow 5, \varepsilon \rightarrow 7, \sigma\tau \rightarrow 3$

2. Η σωστή ταξινόμηση είναι:

4. διπλή έλικα DNA
3. χάντρες νουκλεοσωμάτων
1. ινίδια χρωματίνης
5. αδελφές χρωματίδες
2. μεταφασικά χρωμοσώματα

3. Πριν από την ανάπτυξη της τεχνολογίας του ανασυνδυασμένου DNA, οι περισσότερες φαρμακευτικές πρωτεΐνες, δηλαδή πρωτεΐνες που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία διάφορων ασθενειών, ήταν διαθέσιμες σε πολύ μικρές ποσότητες, η παραγωγή τους ήταν πολύ ακριβή και συχνά η βιολογική δράση τους δεν ήταν πλήρως κατανοητή. Η τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA έδωσε τη δυνατότητα παραγωγής φαρμακευτικών πρωτεϊνών σε σημαντικές ποσότητες, τόσο για τον αποτελεσματικό έλεγχο της δράσης τους όσο και για ευρεία κατανάλωση.

Μεταξύ των πρώτων μορίων που παρασκευάστηκαν είναι η ινσουλίνη. Η ορμόνη αυτή ρυθμίζει το μεταβολισμό των υδατανθράκων και ειδικότερα το ποσοστό της γλυκόζης στο αίμα. Ο διαβήτης είναι μία ασθένεια που χαρακτηρίζεται από έλλειψη ή μείωση της ινσουλίνης. Μια από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή της ανθρώπινης ινσουλίνης στα βακτήρια είναι η παραγωγή του πρόδρομου μορίου της σε μια βακτηριακή καλλιέργεια και η μετατροπή της σε ινσουλίνη με ενζυμική κατεργασία.

Η μέθοδος περιλαμβάνει την κατασκευή cDNA βιβλιοθήκης από τα κύπαρα του παγκρέατος στα οποία εκφράζεται το γονίδιο της ινσουλίνης και την επιλογή του κλώνου που περιέχει το γονίδιο. Συνοπτικά τα στάδια κλωνοποίησης και απομόνωσης του γονιδίου της ινσουλίνης είναι:

- Απομόνωση του συνολικού mRNA, από κύπαρα του ανθρώπινου παγκρέατος.
- Κατασκευή δίκλωνων μορίων DNA και ενσωμάτωση τους σε πλασμίδια.
- Μετασχηματισμός βακτηρίων με τα ανασυνδυασμένα πλασμίδια και πολλαπλασιασμός τους σε υγρό θρεπτικό υλικό.
- Επιλογή των βακτηρίων που περιέχουν το γονίδιο το οποίο κωδικοποιεί το πρόδρομο μόριο της ινσουλίνης.
- Ανάπτυξη των βακτηρίων αυτών σε βιοαντιδραστήρα για παραγωγή του πρόδρομου μορίου της ινσουλίνης. Η προΐνσουλίνη συλλέγεται και με κατάλληλο ένζυμο, που αφαιρεί το ενδιάμεσο πεπτίδιο, μετατρέπεται σε ινσουλίνη.

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΘΕΜΑ 3^ο

1. Με τη μεταγραφή, οι πληροφορίες που βρίσκονται στα γονίδια μεταφέρονται στο mRNA με βάση τη συμπληρωματικότητα των νουκλεοτιδικών βάσεων. Η αλληλουχία των βάσεων του mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες με βάση έναν κώδικα αντιστοίχισης νουκλεοτιδίων mRNA με αμινοξέα πρωτεϊνών, ο οποίος ονομάζεται γενετικός κώδικας.

Από τα βασικά χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα είναι:

1. Ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μια τριάδα νουκλεοτιδίων, το κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ.
2. Ο γενετικός κώδικας είναι συνεχής, δηλαδή το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο.
3. Ο γενετικός κώδικας είναι μη επικαλυπτόμενος, δηλαδή κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο.
4. Ο γενετικός κώδικας έχει κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνια λήξης. Το κωδικόνιο έναρξης σε όλους τους οργανισμούς είναι το $5' \text{AUG}_3$ και κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη. Υπάρχουν τρία κωδικόνια λήξης, τα $5' \text{UAG}_3$, $5' \text{UGA}_3$ και $5' \text{UAA}_3$. Η παρουσία των κωδικονίων αυτών στο μόριο του mRNA οδηγεί στον τερματισμό της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας καθώς δεν υπάρχουν tRNA που να αντιστοιχούν σε αυτά.

Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA αλλά και το γονίδιο από το οποίο παράγεται.

Έτσι, για παράδειγμα, το κωδικόνιο έναρξης $5' \text{AUG}_3$ αντιστοιχεί στο κωδικόνιο έναρξης της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου $5' \text{ATG}_3$ κ.ο.κ.

Το τμήμα ενός γονιδίου, και του mRNA του που κωδικοποιεί μια πολυπεπτιδική αλυσίδα, αρχίζει με το κωδικόνιο έναρξης και τελειώνει με το κωδικόνιο λήξης.

Η μετάφραση του mRNA, δηλαδή η αντιστοίχιση των κωδικονίων σε αμινοξέα και η διαδοχική σύνδεση των αμινοξέων σε πολυπεπτιδική αλυσίδα, πραγματοποιείται στα ριβοσώματα με τη βοήθεια των tRNA και τη συμμετοχή αρκετών πρωτεϊνών και ενέργειας.

Το πρώτο κωδικόνιο του mRNA είναι πάντοτε $5' \text{AUG}_3$ και σ' αυτό προσδένεται το tRNA που φέρει το αμινοξύ μεθειονίνη. Όμως δεν έχουν όλες οι πρωτεΐνες του οργανισμού ως πρώτο αμινοξύ μεθειονίνη. Αυτό συμβαίνει γιατί, σε πολλές πρωτεΐνες, μετά τη σύνθεσή τους απομακρύνονται ορισμένα αμινοξέα από το αρχικό αμινικό άκρο τους.

Επίσης γνωρίζουμε ότι κατά τη μεταγραφή ενός γονιδίου το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική. Το RNA είναι το κινητό αντίγραφο της πληροφορίας ενός γονιδίου. Δηλαδή το mRNA που παράγεται είναι μονόκλωνο μόριο με όμοιο προσανατολισμό και αλληλουχία νουκλεοτιδίων με την κωδική αλυσίδα του γονιδίου μόνο που αποτελείται από ριβονουκλεοτίδια, ενώ το γονίδιο είναι τμήμα δίκλωνου μορίου DNA.

Ακόμη γνωρίζουμε ότι τα περισσότερα γονίδια των ευκαρυωτικών οργανισμών είναι ασυνεχή ή διακεκομμένα. Δηλαδή, η αλληλουχία που μεταφράζεται σε αμινοξέα διακόπτεται από ενδιάμεσες αλληλουχίες οι οποίες δε μεταφράζονται σε αμινοξέα. Οι αλληλουχίες που μεταφράζονται σε αμινοξέα ονομάζονται εξώνια και οι ενδιάμεσες αλληλουχίες ονομάζονται εσώνια. Όταν ένα γονίδιο που περιέχει εσώνια μεταγράφεται, δημιουργείται το πρόδρομο mRNA που περιέχει και εξώνια και εσώνια. Το πρόδρομο mRNA μετατρέπεται σε mRNA με

τη διαδικασία της ωρίμανσης, κατά την οποία τα εσώνια κόβονται από μικρά ριβονουκλεοπρωτεϊνικά «σωματίδια» και απομακρύνονται. Τα ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια αποτελούνται από snRNA και από πρωτεΐνες και λειτουργούν ως ένζυμα: κόβουν τα εσώνια και συρράπτουν τα εξώνια μεταξύ τους. Έτσι σχηματίζεται το «ώριμο» mRNA. Αυτό, παρ' ότι αποτελείται αποκλειστικά από εξώνια, έχει δύο περιοχές που δε μεταφράζονται σε αμινοξέα. Η μία βρίσκεται στο 5' άκρο και η άλλη στο 3' άκρο. Οι αλληλουχίες αυτές ονομάζονται 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές, αντίστοιχα. Το mRNA μεταφέρεται από τον πυρήνα στο κυταρόπλασμα και ειδικότερα στα ριβοσώματα όπου είναι η θέση της πρωτεϊνοσύνθεσης. Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν, όταν μία πολυπεπτιδική αλυσίδα αποτελείται από 100 αμινοξέα τότε το mRNA και συνεπώς και η κωδική αλυσίδα του γονιδίου από το οποίο κωδικοποιήθηκε, θα αποτελείται από τουλάχιστον $100 \times 3 = 300$ νουκλεοτίδια που αποτελούν το μεταφράσιμο τμήμα του, ενώ επιπλέον θα διαθέτει 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές καθώς και μία τριπλέτα νουκλεοτιδίων που συνιστά κωδικόνιο λήξης της μετάφρασης.

Επειδή όμως πρόκειται για ευκαρυωτικό πολυπεπτίδιο είναι πολύ πιθανό να έχει υποστεί μετα-μεταφραστικές τροποποιήσεις (όπως π.χ. αποκοπή τμημάτων του πρόδρομου μορίου) και το γονίδιο από το οποίο κωδικοποιείται να είναι ασυνεχές, να φέρει δηλαδή εσώνια, ενώ θα διαθέτει όπως όλα τα γονίδια και αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής, όπου σταματάει η σύνθεση του μορίου RNA κατά τη μεταγραφή. Τέλος, ο υποκινητής του κάθε γονιδίου υπάρχει πάντα πριν από το πρώτο ζεύγος νουκλεοτιδίων της 5' αμετάφραστης περιοχής του.

Συνοψίζοντας: μία ευκαρυωτική πρωτεΐνη (λειτουργική) αποτελούμενη από ένα πολυπεπτίδιο 100 αμινοξέων, θα κωδικοποιήθηκε από ένα ευκαρυωτικό γονίδιο αποτελούμενο από πολύ περισσότερα από 100 νουκλεοτίδια, διότι:

- α. Το γονίδιο είναι δίκλωνο μόριο και σε κάθε αμινοξύ της πρωτεΐνης αντιστοιχούν 3 ζεύγη βάσεων, κανένα από αυτά τα ζεύγη βάσεων δεν συμμετέχει στην κωδικοποίηση άλλου αμινοξέως.
 - β. Το γονίδιο είναι πολύ πιθανό να διαθέτει εσώνια τα οποία δεν αντιπροσωπεύονται στην πρωτεΐνη.
 - γ. Το γονίδιο διαθέτει αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής που δεν μεταφράζονται.
 - δ. Το γονίδιο διαθέτει 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές που δεν αντιπροσωπεύονται στην πρωτεΐνη.
 - ε. Η πρωτεΐνη για να καταστεί λειτουργική έχει υποστεί μετα-μεταφραστική τροποποίηση. Ακόμη και αν αυτή δεν είναι εκτεταμένη, αναμένεται να έχει αφαιρεθεί τουλάχιστον το αμινικό άκρο της.
2. Δεδομένα από την ανάλυση του ποσοστού των βάσεων σε μόρια DNA από διαφορετικούς οργανισμούς έδειχναν ότι σε κάθε μόριο DNA ο αριθμός των νουκλεοτιδίων που έχουν ως βάση την αδενίνη είναι ίσος με τον αριθμό των νουκλεοτιδίων που έχουν θυμίνη, και ο αριθμός των νουκλεοτιδίων που έχουν ως βάση τη γουανίνη είναι ίσος με τον αριθμό αυτών που έχουν κυτοσίνη. Δηλαδή ισχύει $A=T$ και $G=C$. Επίσης, βρέθηκε ότι η αναλογία των βάσεων $[(A + T)/(G + C)]$ διαφέρει από είδος σε είδος και σχετίζεται με το είδος του οργανισμού. Επίσης γνωρίζουμε ότι το γενετικό υλικό των προκαρυωτικών κυττάρων είναι ένα δίκλωνο κυκλικό μόριο DNA. Σε πολλά βακτήρια, εκτός από το κύριο κυκλικό μόριο DNA, υπάρχουν και τα πλασμίδια. Τα πλασμίδια είναι δίκλωνα, κυκλικά μόρια DNA με διάφορα μεγέθη. Βεβαίως με τον όρο γονιδίωμα ή γενετικό υλικό ενός βακτηρίου αναφερόμαστε συνήθως στο κυρίως μόριο DNA του καθώς τα πλασμίδια αποτελούν μόνο το 1 με 2% του βακτηριακού DNA.

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

Συνεπώς, εφόσον στην πρώτη καλλιέργεια βρέθηκε ποσοστό (%) αδενίνης (A) 28% και στη δεύτερη βρέθηκε ποσοστό (%) γουανίνης (G) 28%, αυτό σημαίνει ότι για τη πρώτη καλλιέργεια ισχύει:

$$28\% \text{ A} = 28\% \text{ T και } \frac{100\% - (2 \times 28\%)}{2} = 22\% \text{ G και } 22\% \text{ C}$$

Στη δεύτερη καλλιέργεια ισχύει:

$$28\% \text{ G} = 28\% \text{ C και } \frac{100\% - (2 \times 28\%)}{2} = 22\% \text{ A και } 22\% \text{ T}$$

Δηλαδή για την πρώτη καλλιέργεια ο λόγος $\frac{A+T}{G+C}$ είναι:

$$\frac{A_1 + T_1}{G_1 + C_1} = \frac{28\% + 28\%}{22\% + 22\%} = \frac{56\%}{44\%} = \frac{56}{44}$$

Ενώ για τη δεύτερη καλλιέργεια ο λόγος $\frac{A+T}{G+C}$ είναι:

$$\frac{A_2 + T_2}{G_2 + C_2} = \frac{22\% + 22\%}{28\% + 28\%} = \frac{44\%}{56\%} = \frac{44}{56}$$

Όμως προκύπτει ότι

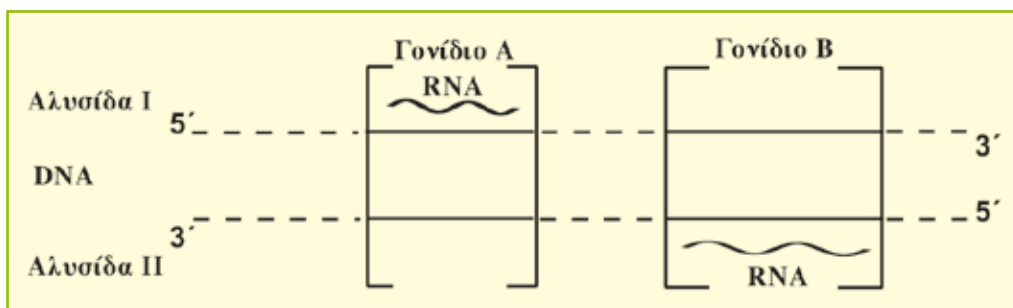
$$\frac{A_1 + T_1}{G_1 + C_1} \neq \frac{A_2 + T_2}{G_2 + C_2}$$

Συνεπώς τα βακτήρια των δύο καλλιέργειών ανήκουν σε διαφορετικό είδος.

3. Όταν γίνεται καλλιέργεια μικροοργανισμών σε μεγάλη κλίμακα (βιομηχανική καλλιέργεια) χρησιμοποιούνται κατάλληλες συσκευές που ονομάζονται ζυμωτήρες ή βιοαντιδραστήρες. Οι βιοαντιδραστήρες επιτρέπουν τον έλεγχο και τη ρύθμιση των συνθηκών (θερμοκρασία, pH, συγκέντρωση O_2) που αφορούν την καλλιέργεια. Στο θρεπτικό υλικό, που προστίθεται στους βιοαντιδραστήρες, χρησιμοποιούνται φθηνές πηγές άνθρακα όπως η μελάσα που αποτελεί παραπροϊόν της επεξεργασίας ζαχαροκάλαμου ή σακχαρότευτλων. Η καλλιέργεια στο βιοαντιδραστήρα ξεκινάει με τον εμβολιασμό από μια αρχική καλλιέργεια μικροοργανισμών που έχει γίνει στο εργαστήριο. Μέσα στο βιοαντιδραστήρα οι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται και πολλαπλασιάζονται χρησιμοποιώντας τα συστατικά του θρεπτικού υλικού. Όλες οι διεργασίες πρέπει να γίνονται κάτω από στείρες συνθήκες για να μην γίνει μόλυνση της καλλιέργειας. Ο ίδιος ο βιοαντιδραστήρας και το θρεπτικό υλικό αποστειρώνονται πριν από τη χρήση. Με τον όρο ζύμωση εννοούμε τη διαδικασία ανάπτυξης μικροοργανισμών σε υγρό θρεπτικό υλικό κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες. Ο όρος ζύμωση παλαιότερα χρησιμοποιείτο μόνο για αναερόβιες διεργασίες αλλά σήμερα χρησιμοποιείται με την ευρεία έννοια και περιλαμβάνει όλες τις διεργασίες, αερόβιες και αναερόβιες. Τα προϊόντα της ζύμωσης είναι είτε τα ίδια τα κύτταρα που ονομάζονται βιομάζα είτε προϊόντα των κυττάρων όπως πρωτεΐνες και αντιβιοτικά.

ΘΕΜΑ 4^ο

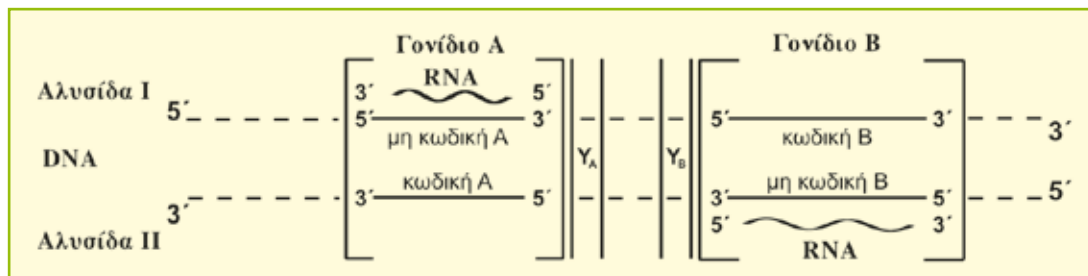
1.



Αιτιολόγηση: Μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα σχηματίζεται από την ένωση πολλών νουκλεοτιδίων με ομοιοπολικό δεσμό. Ο δεσμός αυτός δημιουργείται μεταξύ του υδροξυλίου του 3' άνθρακα της πεντόζης του πρώτου νουκλεοτιδίου και της φωσφορικής ομάδας που είναι συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του επόμενου νουκλεοτιδίου. Ο δεσμός αυτός ονομάζεται 3'-5' φωσφοδιεστερικός δεσμός. Ανεξάρτητα από τον αριθμό των νουκλεοτιδίων από τα οποία αποτελείται η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα, το πρώτο της νουκλεοτίδιο έχει πάντα μία ελεύθερη φωσφορική ομάδα συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του και το τελευταίο νουκλεοτίδιο της έχει ελεύθερο το υδροξύλιο του 3' άνθρακα της πεντόζης του. Για το λόγο αυτό αναφέρεται ότι ο προσανατολισμός της πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας είναι 5' → 3'.

Ακόμη γνωρίζουμε ότι σύμφωνα με το μοντέλο της διπλής έλικας του DNA που αφορά τη δομή του μορίου στο χώρο, οι δύο αλυσίδες του DNA που συνθέτουν το μόριο είναι αντιπαράλληλες, δηλαδή απέναντι από το 5' άκρο της μίας υπάρχει το 3' άκρο της άλλης και αντίστροφα.

2.



Αιτιολόγηση: Με τη μεταγραφή οι πληροφορίες που βρίσκονταν στα γονίδια μεταφέρονται στο RNA με βάση τη συμπληρωματικότητα των νουκλεοτιδικών βάσεων. Κατά την έναρξη της μεταγραφής ενός γονιδίου η RNA πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή και προκαλεί τοπικό ξετύλιγμα της διπλής έλικας του DNA. Στη συνέχεια, τοποθετεί τα ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια μίας αλυσίδας του DNA σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, όπως και στην αντιγραφή, με τη διαφορά ότι εδώ απέναντι από την αδενίνη τοποθετείται το ριβονουκλεοτίδιο που περιέχει ουρακίλη. Η RNA πολυμεράση συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια, που προστίθενται το ένα μετά το άλλο, με 3' → 5' φωσφοδιεστερικό δεσμό. Η μεταγραφή έχει προσανατολισμό 5' → 3' όπως και η αντιγραφή. Η σύνθεση του RNA σταματά

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

στο τέλος του γονιδίου, όπου ειδικές αλληλουχίες οι οποίες ονομάζονται αλληλουχίες ληξης της μεταγραφής, επιτρέπουν την απελευθέρωσή του.

Συνεπώς με βάση τα παραπάνω και δεδομένου του προσανατολισμού των αλυσίδων I και II του μορίου DNA που μας δίνεται για το γονίδιο A, το RNA παράγεται με καλούπι την αλυσίδα I, άρα αυτή είναι η μεταγραφόμενη για το γονίδιο A και θα έχει σύμφωνα με τον προσανατολισμό των αλυσίδων του DNA, προσανατολισμό $5' \rightarrow 3'$ από αριστερά προς τα δεξιά, άρα το παραγόμενο από αυτήν μέσω μεταγραφής μόριο RNA, θα είναι αντιπαράλληλο και συμπληρωματικό της, άρα θα έχει προσανατολισμό $5' \rightarrow 3'$ από δεξιά προς τα αριστερά.

Με την ίδια ακριβώς λογική η μεταγραφόμενη αλυσίδα του γονιδίου B είναι η II με προσανατολισμό $5' \rightarrow 3'$ από δεξιά προς τα αριστερά. Συνεπώς το παραγόμενο από αυτήν μόριο RNA, ως αποτέλεσμα της μεταγραφής της, θα είναι αντιπαράλληλο και συμπληρωματικό της, άρα έχει προσανατολισμό $5' \rightarrow 3'$ από αριστερά προς τα δεξιά.

3. Για το γονίδιο A η κωδική αλυσίδα είναι η αλυσίδα II και για το γονίδιο B είναι η αλυσίδα I.

Αιτιολόγηση: Το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική. Το RNA είναι το κινητό αντίγραφο της πληροφορίας ενός γονιδίου. Αφού λοιπόν το RNA δημιουργείται κατά τη μεταγραφή με προσανατολισμό $5' \rightarrow 3'$ με καλούπι την μη-κωδική αλυσίδα του γονιδίου, τότε αυτό θα είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο με την αλυσίδα αυτή του γονιδίου. Όμως, όπως γνωρίζουμε από το μοντέλο της διπλής έλικας του DNA, οι δύο κλώνοι του μορίου είναι συμπληρωματικοί και αντιπαράλληλοι συνεπώς και η κωδική αλυσίδα του γονιδίου θα είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη με την μη-κωδική αλυσίδα του, άρα η κωδική αλυσίδα του γονιδίου θα έχει τον ίδιο προσανατολισμό και την ίδια αλληλουχία αζωτούχων βάσεων (μόνο που αντί για U θα έχει T), με το μόριο του RNA που παράγεται από τη μεταγραφή του γονιδίου.

4. Πριν από την αρχή κάθε γονιδίου υπάρχει ένας υποκινητής, ο οποίος μαζί με τους μεταγραφικούς παράγοντες αποτελεί ρυθμιστικό στοιχείο της μεταγραφής του γονιδίου. Ο υποκινητής είναι μία ειδική αλληλουχία DNA η οποία αναγνωρίζεται από τον κατάλληλο συνδυασμό μεταγραφικών παραγόντων του κυττάρου και σε αυτόν προσδένονται οι μεταγραφικοί παράγοντες που τον αναγνωρίζουν καθώς και η RNA πολυμεράση ώστε να ξεκινήσει η μεταγραφή του γονιδίου.

ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Δ' ΤΑΞΗΣ
ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ 2012
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΘΕΜΑ 1°

Για τις ημιτελείς προτάσεις 1 έως και 5, να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της φράσης και δίπλα του το γράμμα που αντιστοιχεί στο σωστό συμπλήρωμά της.

1. Η διπλή έλικα του DNA ξετυλίγεται κατά τη μεταγραφή από το ένζυμο

- α. RNA πολυμεράση
- β. DNA πολυμεράση
- γ. DNA ελικάση
- δ. DNA δεσμάση.

Μονάδες 5

2. Οι ιστόνες είναι

- α. DNA
- β. RNA
- γ. πρωτεΐνες
- δ. υδατάνθρακες.

Μονάδες 5

3. Τα υβριδώματα παράγονται ύστερα από σύντηξη

- α. β-λεμφοκυττάρων με ιούς
- β. β-λεμφοκυττάρων με βακτήρια
- γ. μονοκλωνικών αντισωμάτων με καρκινικά κύτταρα
- δ. β-λεμφοκυττάρων με καρκινικά κύτταρα.

Μονάδες 5

4. Σύνδεση κωδικονίου με αντικωδικόνιο πραγματοποιείται κατά την

- α. αντιγραφή
- β. μετάφραση
- γ. μεταγραφή
- δ. αντίστροφη μεταγραφή.

Μονάδες 5

5. Στα άτομα που πάσχουν από σακχαρώδη διαβήτη χορηγείται

- α. α₁-αντιθρυψίνη
- β. παράγοντας IX
- γ. ινσουλίνη
- δ. αυξητική ορμόνη.

Μονάδες 5

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

ΘΕΜΑ 2^ο

Να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:

1. Πώς χρησιμοποιούνται τα μονοκλωνικά αντισώματα για την επιλογή οργάνων συμβατών στις μεταμοσχεύσεις;

Μονάδες 6

2. Να περιγράψετε τη διαδικασία κλωνοποίησης με την οποία δημιουργήθηκε το πρόβατο Dolly.

Μονάδες 7

3. Να εξηγήσετε γιατί η αντιγραφή του DNA έχει προσανατολισμό 5' προς 3'.

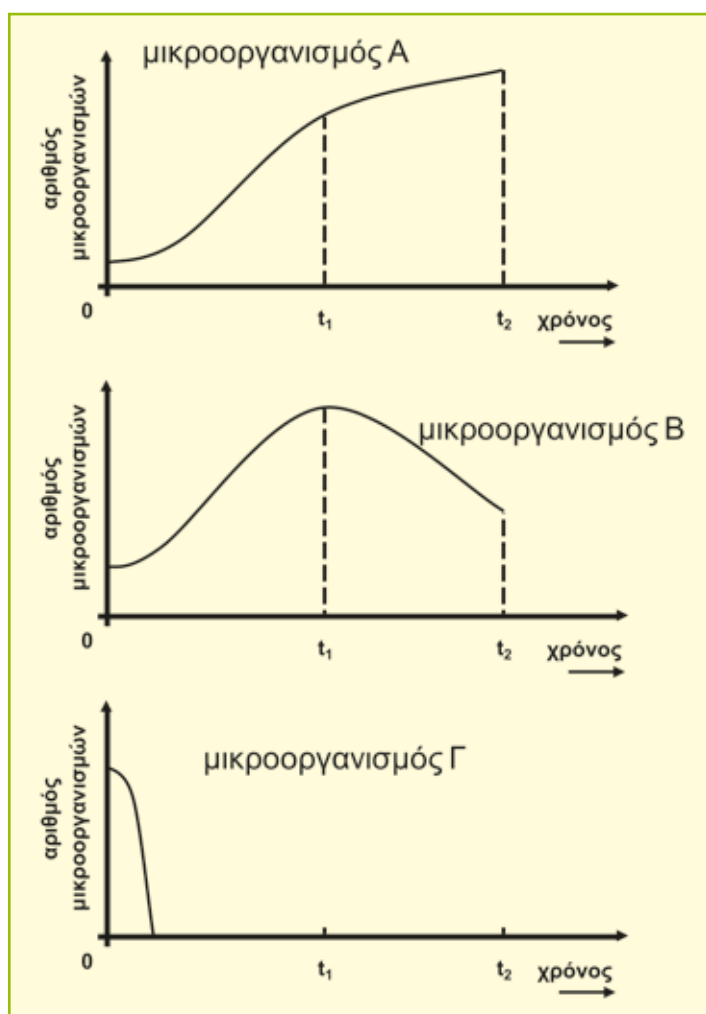
Μονάδες 6

4. Να αναφέρετε ποια θρεπτικά συστατικά είναι απαραίτητα για να αναπτυχθεί ένας μικροοργανισμός σε μια καλλιέργεια.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 3^ο

Σε τρεις διαφορετικούς βιοαντιδραστήρες πραγματοποιείται κλειστή καλλιέργεια τριών διαφορετικών μικροοργανισμών Α, Β και Γ αντίστοιχα. Στα παρακάτω διαγράμματα απεικονίζεται ο αριθμός των μικροοργανισμών σε σχέση με το χρόνο. Στο χρονικό διάστημα από 0 έως t_1 η συγκέντρωση του οξυγόνου στους βιοαντιδραστήρες είναι υψηλή και σταθερή, ενώ στο χρονικό διάστημα από t_1 έως t_2 η συγκέντρωση του οξυγόνου είναι χαμηλή και σταθερή.



1. Με βάση τα σχήματα να χαρακτηρίσετε τους μικροοργανισμούς Α, Β, Γ σε σχέση με την εξάρτηση της ανάπτυξής τους από τη συγκέντρωση του οξυγόνου (μονάδες 6). Αιτιολογήστε την απάντησή σας (μονάδες 6).

Μονάδες 12

2. Με βάση τα σχήματα σε ποια φάση της καλλιέργειας των μικροοργανισμών γίνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης του O_2 στον βιοαντιδραστήρα όπου καλλιεργείται ο μικροοργανισμός Α (μονάδες 2); Αιτιολογήστε την απάντησή σας (μονάδες 2).

Μονάδες 4

3. Πώς εξηγείται η εκθετική φάση σε μία κλειστή καλλιέργεια μικροοργανισμών;

Μονάδες 4

4. Τι εννοούμε σήμερα με τον όρο ζύμωση (μονάδες 3); Ποια είναι τα προϊόντα της ζύμωσης (μονάδες 2);

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 4^ο

Δίνεται το παρακάτω πεπτίδιο που παράγεται από ένα βακτήριο:



1. Να γράψετε το τμήμα του δίκλωνου DNA που κωδικοποιεί το παραπάνω πεπτίδιο (μονάδες 2). Να ορίσετε το 5' και 3' άκρο κάθε αλυσίδας (μονάδες 2) και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4). Να καθορίσετε την κωδική και τη μη κωδική αλυσίδα (μονάδες 2) και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 5).

Δίνονται τα κωδικόνια:

αλανίνη → GCU, ασπαραγίνη → AAU, μεθειονίνη → AUG, σερίνη → UCU.

Το κωδικόνιο λήξης είναι το: UGA.

Μονάδες 15

2. Μπορεί η παραπάνω αλυσίδα να κοπεί από την περιοριστική ενδονουκλεάση *EcoRI* (μονάδες 1); Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4).

Μονάδες 5

3. Πώς σχηματίζεται το σύμπλοκο έναρξης της πρωτεϊνσύνθεσης (μονάδες 3); Από τι αποτελείται το πολύσωμα (μονάδες 2);

Μονάδες 5

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ 2012

ΘΕΜΑ 1^ο

Οι σωστές απαντήσεις είναι:

1. α
2. γ
3. δ
4. β
5. γ

ΘΕΜΑ 2^ο

1. Κάθε είδος αντισώματος που αναγνωρίζει έναν αντιγονικό καθοριστή παράγεται από μια ομάδα όμοιων Β-λεμφοκυττάρων, που αποτελούν έναν κλώνο. Τα αντισώματα που παράγονται από έναν κλώνο Β-λεμφοκυττάρων ονομάζονται μονοκλωνικά. Τα μονοκλωνικά αντισώματα είναι πολύ σημαντικά στην Ιατρική, για την επιλογή οργάνων συμβατών για μεταμόσχευση. Τα κύτταρα των οργάνων έχουν στην επιφάνειά τους ειδικά αντιγόνα επιφανείας, που αναγνωρίζονται από ειδικά μονοκλωνικά αντισώματα. Με τα μονοκλωνικά αντισώματα μπορεί να γίνει έλεγχος των οργάνων δωρητών, για να διαπιστωθεί αν ταιριάζουν ανοσολογικά με τα αντίστοιχα των ασθενών. Έτσι, είναι δυνατόν να αποφευχθεί η απόρριψη και οι μεταμοσχεύσεις να είναι επιτυχείς.
2. Το πρόβατο Dolly δημιουργήθηκε, όταν ο πυρήνας ενός κυττάρου του μαστικού αδένα ενός εξάχρονου πρόβατου τοποθετήθηκε στο ωάριο ενός άλλου πρόβατου. Από το ωάριο είχε προηγουμένως αφαιρεθεί ο πυρήνας. Το έμβρυο το οποίο δημιουργήθηκε ύστερα από 3-4 διαιρέσεις εμφυτεύτηκε στη μήτρα θετής μητέρας-προβατίνας, η οποία γέννησε τη Dolly.
3. Οι DNA πολυμεράσες λειτουργούν μόνο προς καθορισμένη κατεύθυνση και τοποθετούν τα νουκλεοτίδια στο ελεύθερο 3' άκρο της δεοξυριβόζης του τελευταίου νουκλεοτιδίου κάθε αναπτυσσόμενης αλυσίδας. Έτσι, λέμε ότι αντιγραφή γίνεται με προσανατολισμό 5' προς 3'. Κάθε νεοσυντιθέμενη αλυσίδα θα έχει προσανατολισμό 5' → 3'. Έτσι, σε κάθε διπλή έλικα που παράγεται οι δύο αλυσίδες θα είναι αντιπαράλληλες.
4. Όπως όλοι οι υπόλοιποι οργανισμοί, για να αναπτυχθεί ένας μικροοργανισμός είναι απαραίτητο να μπορεί να προμηθεύεται από το περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται μια σειρά θρεπτικών συστατικών. Σ' αυτά περιλαμβάνονται ο άνθρακας, το άζωτο, διάφορα μεταλλικά ιόντα και το νερό. Η πηγή άνθρακα για τους αυτότροφους μικροοργανισμούς είναι το CO₂ της ατμόσφαιρας, ενώ για τους ετερότροφους διάφορες οργανικές ενώσεις όπως οι υδατάνθρακες. Η πηγή αζώτου για τους περισσότερους μικροοργανισμούς είναι τα αμμωνιακά ή τα νιτρικά ιόντα (NO₃⁻).
Σήμερα οι μικροοργανισμοί οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την παραγωγή χρήσιμων προϊόντων, όπως αντιβιοτικά ή ένζυμα, μπορούν να αναπτυχθούν στο εργαστήριο και σε μεγάλη κλίμακα στις βιομηχανικές μονάδες κάτω από αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες καλλιέργειας. Για την ανάπτυξή τους χρησιμοποιούνται τεχνητά θρεπτικά υλικά. Αυτά πρέπει να περιέχουν πηγή άνθρακα, πηγή αζώτου και ιόντα. Στην περίπτωση αερόβιων μικροοργανισμών, είναι απαραίτητη η παρουσία οξυγόνου.
Τα θρεπτικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών στο εργαστήριο μπορεί να είναι υγρά ή στερεά.
Τα υγρά θρεπτικά υλικά περιέχουν όλα τα θρεπτικά συστατικά που αναφέρθηκαν προηγου-

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

μένως διαλυμένα σε νερό. Τα στερεά θρεπτικά υλικά παρασκευάζονται με ανάμιξη του υγρού θρεπτικού υλικού με έναν πολυσακχαρίτη που προέρχεται από φύκη, το άγαρ.

ΘΕΜΑ 3^ο

- Ο μικροοργανισμός Α είναι προαιρετικά αερόβιος. Ο μικροοργανισμός Β είναι υποχρεωτικά αερόβιος. Ο μικροοργανισμός Γ είναι υποχρεωτικά αναερόβιος.
Οι παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο διπλασιασμού και κατά συνέπεια το ρυθμό ανάπτυξης των μικροοργανισμών είναι η διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών, το pH, το O_2 και η θερμοκρασία. Η παρουσία ή απουσία O_2 μπορεί να βοηθήσει ή να αναστείλει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Υπάρχουν μικροοργανισμοί που για την ανάπτυξή τους απαιτούν υψηλή συγκέντρωση O_2 (υποχρεωτικά αερόβιοι) όπως τα βακτήρια του γένους *Mycobacterium*. Άλλοι μικροοργανισμοί, όπως οι μύκητες που χρησιμοποιούνται στην αρτοποιομηχανία, ανήκουν στην κατηγορία των μικροοργανισμών που αναπτύσσονται παρουσία O_2 με ταχύτερο ρυθμό απ' ότι απουσία O_2 (προαιρετικά αερόβιοι). Τέλος, υπάρχουν μικροοργανισμοί όπως βακτήρια του γένους *Clostridium* για τους οποίους το O_2 είναι τοξικό (υποχρεωτικά αναερόβιοι).
Με βάση τα παραπάνω και τα δεδομένα από τα δοθέντα διαγράμματα συνάγεται εύκολα ότι, ο μικροοργανισμός Α είναι προαιρετικά αερόβιος αφού κατά το χρονικό διάστημα $0 \rightarrow t_1$ που η συγκέντρωση του O_2 είναι σταθερά υψηλή, ο πληθυσμός του συνεχώς αυξάνεται με τον χρόνο και από τη χρονική στιγμή t_1 και μετά που συγκέντρωση του O_2 είναι σταθερά χαμηλή, φαίνεται να μην επηρεάζεται σημαντικά ο ρυθμός της αύξησης του πληθυσμού των μικροβίων Α.
Ο μικροοργανισμός Β είναι υποχρεωτικά αερόβιος, καθώς παρατηρείται ότι στο χρονικό διάστημα $0 \rightarrow t_1$ που η συγκέντρωση του O_2 είναι υψηλή, αυξάνεται ο πληθυσμός της καλλιέργειας, ενώ τη χρονική στιγμή t_1 και μετά, που η συγκέντρωση του O_2 είναι χαμηλή, ο πληθυσμός των μικροβίων μειώνεται.
Τέλος, ο μικροοργανισμός Γ είναι υποχρεωτικά αναερόβιος αφού κατά το χρονικό διάστημα $0 \rightarrow t_1$ που η συγκέντρωση του οξυγόνου είναι υψηλή, αυτός θανατώνεται.
- Η μεταβολή της συγκέντρωσης του O_2 στον βιοαντιδραστήρα συμβαίνει κατά την εκθετική φάση της καλλιέργειας του μικροοργανισμού Α.
Όπως φαίνεται από το δοθέν διάγραμμα μεταβολής του πληθυσμού του μικροοργανισμού Α στην καλλιέργεια σε συνάρτηση με το χρόνο, κατά τη χρονική στιγμή t_1 που μεταβάλλεται η συγκέντρωση του O_2 στον βιοαντιδραστήρα, η καλλιέργεια βρίσκεται σε εκθετική φάση αφού ο πληθυσμός συνεχώς αυξάνεται σε συνάρτηση με το χρόνο.
- Κλειστή καλλιέργεια: Σ' αυτό τον τύπο ζύμωσης τοποθετείται στο βιοαντιδραστήρα ορισμένη ποσότητα αποστειρωμένου θρεπτικού υλικού, η οποία εμβολιάζεται με αρχική καλλιέργεια μικροοργανισμών. Η καλλιέργεια συνεχίζεται μέχρι την παραγωγή του επιθυμητού προϊόντος. Στην κλειστή καλλιέργεια οι φάσεις ανάπτυξης των μικροοργανισμών είναι η λανθάνουσα, η εκθετική, η στατική και η φάση θανάτου. Κατά την εκθετική φάση, οι μικροοργανισμοί διαιρούνται με ταχύ ρυθμό, επειδή η καλλιέργεια πραγματοποιείται κάτω από άριστες συνθήκες θερμοκρασίας, pH, συγκέντρωσης O_2 και στο υλικό καλλιέργειας υπάρχουν άφθονα θρεπτικά συστατικά. Αυτή η φάση ανάπτυξης ονομάζεται εκθετική, επειδή ο αριθμός των μικροοργανισμών αυξάνεται εκθετικά.
- Ο όρος ζύμωση παλαιότερα χρησιμοποιείτο μόνο για αναερόβιες διεργασίες αλλά σήμερα χρησιμοποιείται με την ευρεία έννοια και περιλαμβάνει όλες τις διεργασίες, αερόβιες και αναερόβιες. Τα προϊόντα της ζύμωσης είναι είτε τα ίδια τα κύτταρα που ονομάζονται βιομάζα είτε προϊόντα των κυττάρων όπως πρωτεΐνες και αντιβιοτικά.

ΘΕΜΑ 4^ο

1.

... 5' **ATG AAT TCT GCT ATG TGA** 3'...
 ... 3' **TAC TTA AGA CGA TAC ACT** 5'...

Με τη μεταγραφή, οι πληροφορίες που βρίσκονται στα γονίδια μεταφέρονται στο mRNA με βάση τη συμπληρωματικότητα των νουκλεοτιδικών βάσεων. Η αλληλουχία των βάσεων του mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες με βάση έναν κώδικα αντιστοίχισης νουκλεοτιδίων mRNA με αμινοξέα πρωτεϊνών, ο οποίος ονομάζεται γενετικός κώδικας.

Ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μια τριάδα νουκλεοτιδίων, το κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ. Ο γενετικός κώδικας είναι συνεχής, δηλαδή το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο. Ο γενετικός κώδικας είναι μη επικαλυπτόμενος, δηλαδή κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο.

Ο γενετικός κώδικας έχει κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνια λήξης. Το κωδικόνιο έναρξης σε όλους τους οργανισμούς είναι το 5'AUG₃ και κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη. Υπάρχουν τρία κωδικόνια λήξης, τα 5'UAG₃, 5'UGA₃ και 5'UAA₃. Η παρουσία των κωδικονίων αυτών στο μόριο του mRNA οδηγεί στον τερματισμό της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας.

Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA αλλά και το γονίδιο από το οποίο παράγεται. Έτσι, για παράδειγμα, το κωδικόνιο έναρξης 5'AUG₃ αντιστοιχεί στο κωδικόνιο έναρξης της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου 5'ATG₃ κ.ο.κ. Το τμήμα ενός γονιδίου, και του mRNA του που κωδικοποιεί μια πολυπεπτιδική αλυσίδα, αρχίζει με το κωδικόνιο έναρξης και τελειώνει με το κωδικόνιο λήξης.

Με τη μετάφραση η οποία πραγματοποιείται στα ριβοσώματα παρουσία πολλών πρωτεϊνών και ενέργειας, η γενετική πληροφορία από το mRNA όπου βρίσκεται με τη μορφή αλληλουχίας ριβονουκλεοτιδίων μεταφέρεται σε αλληλουχία αμινοξέων. Ο προσανατολισμός κάθε πεπτιδικής αλυσίδας είναι από το αμινοτελικό (NH₂⁻) προς το καρβοξυτελικό (COOH) άκρο καθώς το mRNA μεταφράζεται στα ριβοσώματα με προσανατολισμό 5' → 3' και τα πεπτίδια συνδέονται στην αναπτυσσόμενη πεπτιδική αλυσίδα με πεπτιδικό δέσμο. Ο πεπτιδικός δεσμός δημιουργείται μεταξύ δύο αμινοξέων εντός της μεγάλης ριβοσωμικής υπομονάδας ως εξής: το καρβοξύλιο του προηγούμενου αμινοξέος αντιδρά με την αμινομονάδα του προστιθέμενου αμινοξέως και εκλυεται ένα μόριο H₂O. Έτσι το πρώτο αμινοξύ της πεπτιδικής αλυσίδας που δημιουργείται έχει πάντα ελεύθερη την NH₂⁻ (αμινομονάδα) του και το τελευταίο αμινοξύ έχει πάντα ελεύθερο το COOH (καρβοξυλομονάδα) του. Έτσι ο προσανατολισμός κάθε πεπτιδικής αλυσίδας είναι NH₂⁻ → COOH.

Σύμφωνα με τα παραπάνω και καθώς μας δίνονται συγκεκριμένα κωδικόνια του mRNA που κωδικοποιούν τα αμινοξέα του δοθέντος ολιγοπεπτιδίου, μπορούμε να βρούμε τις τριπλέτες του γονιδίου της κωδικής αλυσίδας του και της μη-κωδικής του αλυσίδας, η οποία θα είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη της κωδικής σύμφωνα με το μοντέλο της διπλής έλικας του DNA. Η κωδική αλυσίδα είναι αυτή με αλληλουχία:

... 5' **ATG AAT TCT GCT ATG TGA** 3'...

και η μη-κωδική αλυσίδα είναι αυτή με αλληλουχία:

... 3' **TAC TTA AGA CGA TAC ACT** 5'...

Κατά την έναρξη της μεταγραφής ενός γονιδίου η RNA πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή και προκαλεί τοπικό ξετύλιγμα της διπλής έλικας του DNA. Στη συνέχεια, τοποθετεί τα ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια μίας αλυσίδας του DNA σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, όπως και στην αντιγραφή, με τη διαφορά ότι εδώ απέναντι από την αδενίνη τοποθετείται το ριβονουκλεοτίδιο που

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

περιέχει ουρακίλη. Η RNA πολυμεράση συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια, που προστίθενται το ένα μετά το άλλο, με $3' \rightarrow 5'$ φωσφοδιεστερικό δεσμό. Η μεταγραφή έχει προσανατολισμό $5' \rightarrow 3'$ όπως και η αντιγραφή. Η σύνθεση του RNA σταματά στο τέλος του γονιδίου, όπου ειδικές αλληλουχίες οι οποίες ονομάζονται αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής, επιτρέπουν την απελευθέρωσή του. Το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική. Το RNA είναι το κινητό αντίγραφο της πληροφορίας ενός γονιδίου.

Άρα το mRNA και η κωδική αλυσίδα του γονιδίου που το κωδικοποιεί έχουν τον ίδιο προσανατολισμό και την ίδια αλληλουχία βάσεων μόνο που το mRNA έχει ουρακίλη (U) εκεί που η κωδική αλυσίδα έχει θυμίνη (T) καθώς και οι δύο αυτές νουκλεοτιδικές αλυσίδες είναι συμπληρωματικές και αντιπαράλληλες της ίδιας αλυσίδας DNA (της μη-κωδικής αλυσίδας του γονιδίου). Άρα και η κωδική αλυσίδα φέρει τριπλέτες νουκλεοτιδίων που σύμφωνα με τον γενετικό κώδικα αντιστοιχίζονται στα αμινοξέα του ολιγοπεπτιδίου που δίνεται, αφού το mRNA είναι το κινητό αντίγραφο της.

2. Το τμήμα του γονιδίου που προσδιορίστηκε πέπτεται με την περιοριστική ενδονουκλεάση *EcoRI*.

Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες παράγονται από βακτήρια και ο φυσιολογικός τους ρόλος είναι να τα προστατεύουν από την εισβολή «ξένου» DNA. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες αναγνωρίζουν ειδικές αλληλουχίες 4-8 νουκλεοτιδίων στο δίκλωνο DNA. Μία από τις περιοριστικές ενδονουκλεάσες που χρησιμοποιείται ευρέως είναι η *EcoRI* που απομονώθηκε από το βακτήριο *Escherichia coli*. Το ένζυμο αυτό όποτε συναντά την αλληλουχία:



στο μόριο του DNA, κόβει κάθε αλυσίδα μεταξύ του G και του A (με κατεύθυνση $5' \rightarrow 3'$) αφήνοντας μονόκλωνα άκρα από αζευγάρωτες βάσεις στα κομμένα άκρα.

Στο τμήμα αυτό του γονιδίου απαντάται μία φορά η αλληλουχία που αναγνωρίζει το περιοριστικό ένζυμο *EcoRI*, συνεπώς μετά την επίδραση του περιοριστικού ενζύμου θα προκύψουν τα εξής:



Σημείωση: Στην εκφώνηση αναφέρεται η λέξη αλυσίδα χωρίς να προσδιορίζεται σε τι αναφέρεται, αν δηλαδή αναφέρεται στην παραπάνω δοθήσα πεπτιδική αλυσίδα ή σε μία από τις δύο αλυσίδες DNA του γονιδίου ή τέλος στη δίκλωνη αλυσίδα DNA του γονιδίου και όχι τμήμα DNA. Σε κάθε περίπτωση ωστόσο, θα πρέπει να αναφέρεται στην δίκλωνη αλυσίδα DNA του γονιδίου διότι τα περιοριστικά ένζυμα δεν μπορούν να αναγνωρίσουν ούτε να πέψουν πεπτιδικές αλυσίδες αλλά ούτε και μονόκλωνα μόρια ή τμήματα DNA ακόμα και αν σε αυτά απαντάται η αλληλουχία $5'GAATTC_3'$.

3. Το σύμπλοκο που δημιουργείται μετά την πρόσδεση του mRNA στη μικρή υπομονάδα του ριβοσώματος και του tRNA που μεταφέρει τη μεθειονίνη ονομάζεται σύμπλοκο έναρξης της πρωτεϊνοσύνθεσης. Στη συνέχεια η μεγάλη υπομονάδα του ριβοσώματος συνδέεται με τη μικρή. Αμέσως μόλις το ριβόσωμα έχει μεταφράσει τα πρώτα κωδικόνια, η θέση έναρξης του mRNA είναι ελεύθερη για την πρόσδεση ενός άλλου ριβοσώματος. Το σύμπλεγμα των ριβοσωμάτων με το mRNA ονομάζεται πολύσωμα.

ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Δ' ΤΑΞΗΣ
ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ 2013
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΘΕΜΑ 1^ο

Για τις ημιτελείς προτάσεις 1 έως και 5, να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της φράσης και δίπλα του το γράμμα που αντιστοιχεί στο σωστό συμπλήρωμά της.

1. Βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης αποτελεί το

- α. νουκλεοτίδιο
- β. πολύσωμα
- γ. νουκλεόσωμα
- δ. κεντρομερίδιο

Μονάδες 5

2. Επιδιορθωτικά ένζυμα χρησιμοποιούνται από το κύτταρο κατά

- α. τη μεταγραφή
- β. την αντιγραφή
- γ. την ωρίμανση
- δ. τη μετάφραση

Μονάδες 5

3. Το ένζυμο που προκαλεί τη διάσπαση των δεσμών υδρογόνου στη θέση έναρξης αντιγραφής είναι

- α. η DNA ελικάση
- β. η RNA πολυμεράση
- γ. η DNA δεσμάση
- δ. το πριμόσωμα

Μονάδες 5

4. Με τον εμβολιασμό προστίθενται στο θρεπτικό υλικό μίας καλλιέργειας

- α. πρωτεΐνες
- β. πλασμίδια
- γ. αντισώματα
- δ. μικροοργανισμοί

Μονάδες 5

5. Το μόριο που θα μεταφέρει την γενετική πληροφορία από τον πυρήνα στα ριβοσώματα είναι το

- α. αγγελιοφόρο RNA (mRNA)
- β. μεταφορικό RNA (tRNA)
- γ. ριβοσωμικό RNA (rRNA)
- δ. μικρό πυρηνικό RNA (snRNA)

Μονάδες 5

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

ΘΕΜΑ 2°

Να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:

1. Να περιγράψετε τη διαδικασία που εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το 1990 στη γονιδιακή θεραπεία της ανεπάρκειας του ανοσοποιητικού συστήματος, η οποία οφείλεται στη έλλειψη του ενζύμου απαμινάση της αδενοσίνης (ADA).

Μονάδες 8

2. Να περιγράψετε τη μέθοδο της μικροέγχυσης.

Μονάδες 6

3. Ποιες πληροφορίες περιέχει το μιτοχονδριακό DNA και γιατί τα μιτοχόνδρια χαρακτηρίζονται ως ημιαυτόνομα οργανίδια;

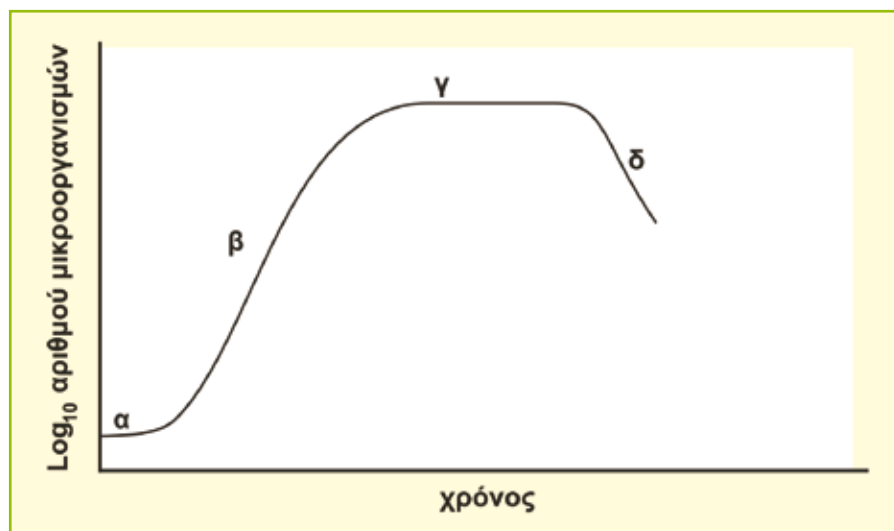
Μονάδες 6

4. Γιατί ο γενετικός κώδικας χαρακτηρίζεται ως εκφυλισμένος;

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 3°

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται η καμπύλη ανάπτυξης μικροοργανισμών σε μία καλλιέργεια. Με τα γράμματα α, β, γ και δ συμβολίζονται οι φάσεις ανάπτυξής τους.



1. Να χαρακτηρίσετε το είδος της καλλιέργειας.

Μονάδες 3

2. Να ονομάσετε τις φάσεις ανάπτυξης α, β, γ και δ των μικροοργανισμών.

Μονάδες 4

3. Να περιγράψετε τις φάσεις ανάπτυξης α, β, γ και δ των μικροοργανισμών.

Μονάδες 12

4. Σε ποιες φάσεις οι μικροοργανισμοί παράγουν χρήσιμα προϊόντα;

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4^ο

Δίνεται μία αλυσίδα DNA ενός γονιδίου ευκαρυωτικού κυττάρου:

3' - TATACTCAACGTTCTAGTGAAC TTTT - 5'

1. Να γράψετε τη συμπληρωματική της αλυσίδα, σημειώνοντας τον προσανατολισμό της.

Μονάδες 2

2. Να γράψετε το πρόδρομο mRNA που θα προκύψει από τη μεταγραφή του γονιδίου (μονάδες 2). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 7

3. Το γονίδιο αυτό κωδικοποιεί το παρακάτω ολιγοπεπτίδιο:

H₂N - Μεθειονίνη - Σερίνη - Ισολευκίνη - Θρεονίνη - COOH

Να γράψετε το ώριμο mRNA, η μετάφραση του οποίου δίνει το παραπάνω ολιγοπεπτίδιο (μονάδες 5). Να αναφέρετε ονομαστικά τα χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα που εφαρμόστηκαν στην παραπάνω διαδικασία (μονάδες 5).

Μονάδες 10

4. Να περιγράψετε τη διαδικασία της ωρίμανσης του πρόδρομου mRNA.

Μονάδες 6

Δίνονται τα κωδικόνια:

⁵AUG₃ : Μεθειονίνη

⁵AGU₃ : Σερίνη

⁵AUC₃ : Ισολευκίνη

⁵ACU₃ : Θρεονίνη

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ 2013

ΘΕΜΑ 1^ο

Οι σωστές απαντήσεις είναι:

1. γ
2. β
3. α
4. δ
5. α

ΘΕΜΑ 2^ο

1. Οι γνώσεις που έχουμε αποκτήσει σχετικά με τη μοριακή βάση των γενετικών ασθενειών και η χαρτογράφηση των υπεύθυνων γονιδίων τόσο με μεθόδους παραδοσιακής Γενετικής (γενεαλογικά δένδρα) όσο και με τη βοήθεια της Γενετικής Μηχανικής καθώς και η κλωνοποίηση των γονιδίων των οποίων οι μεταλλάξεις είναι υπεύθυνες για γενετικές ασθένειες αλλά και η ανάπτυξη της τεχνολογίας του ανασυνδυασμένου DNA μας έδωσαν τη δυνατότητα ανάπτυξης θεραπείας που στηρίζεται στην τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA και ονομάζεται γονιδιακή θεραπεία. Αυτή έχει ως στόχο να «διορθώσει» τη γενετική βλάβη εισάγοντας στους ασθενείς φυσιολογικά αλληλόμορφα του μεταλλαγμένου γονιδίου. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή της γονιδιακής θεραπείας είναι, εκτός από την κλωνοποίηση του υπεύθυνου γονιδίου, και ο προσδιορισμός των κυττάρων που εμφανίζουν τη βλάβη από την ασθένεια.

Με τις μεθόδους της γονιδιακής θεραπείας δε γίνεται αντικατάσταση του μεταλλαγμένου γονιδίου στα κύτταρα του οργανισμού αλλά ενσωμάτωση του φυσιολογικού αντιγράφου του στο γονιδίωμα συγκεκριμένων σωματικών κυττάρων. Συνεπώς δε μεταβιβάζεται στους απογόνους.

Η γονιδιακή θεραπεία εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το Σεπτέμβριο του 1990 σε ένα τετράχρονο κορίτσι που έπασχε από ανεπάρκεια του ανοσοποιητικού συστήματος. Η ασθένεια αυτή οφείλεται στην έλλειψη του ενζύμου απαμινάσης της αδενοσίνης (ADA), που παίρνει μέρος στον μεταβολισμό των πουρινών στα κύτταρα του μυελού των οστών. Η έλλειψη οφείλεται σε μετάλλαξη του γονιδίου που παράγει το ένζυμο αυτό. Η ασθένεια εμφανίζει αυτοσωμικό υπολειπόμενο τύπο κληρονομικότητας. Οι ασθενείς πάσχουν από χρόνιες μολύνσεις, έχουν προδιάθεση για ανάπτυξη καρκίνου σε πολύ μικρή ηλικία και πολλοί πεθαίνουν ύστερα από λίγους μήνες ζωής. Είναι γνωστή η περίπτωση ενός παιδιού που έζησε εννέα χρόνια σε έναν πλαστικό θάλαμο, για να εμποδιστεί η επαφή του με ιούς, επειδή το ανοσοποιητικό του σύστημα δεν μπορούσε να τους καταπολεμήσει. Η διαδικασία που ακολουθείται στη γονιδιακή θεραπεία της παραπάνω ασθένειας είναι η εξής:

- Λεμφοκύτταρα του παιδιού παραλαμβάνονται και πολλαπλασιάζονται σε κυτταροκαλλιέργειες.
- Το φυσιολογικό γονίδιο της απαμινάσης της αδενοσίνης ενσωματώνεται σε έναν ιό-φορέα (ο οποίος έχει καταστεί αβλαβής) με τις τεχνικές του ανασυνδυασμένου DNA.
- Ο γενετικά τροποποιημένος ιός εισάγεται στα λεμφοκύτταρα.
- Τα γενετικά τροποποιημένα λεμφοκύτταρα εισάγονται με ενδοφλέβια ένεση στο παιδί και παράγουν το ένζυμο ADA.

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

ΕΣΠΕΡΙΝΑ

Βέβαια τα τροποποιημένα λεμφοκύτταρα δε ζουν για πάντα μέσα στον οργανισμό -δηλαδή η θεραπεία δεν είναι μόνιμη- και χρειάζεται συνεχής έγχυση τέτοιων κυττάρων. Όμως, όπως στην περίπτωση των διαβητικών, τα άτομα μπορούν να ζουν φυσιολογικά, κάνοντας σε κανονικά χρονικά διαστήματα αυτή τη θεραπεία. Ο τύπος αυτός της γονιδιακής θεραπείας ονομάζεται *ex vivo*, γιατί τα κύτταρα τροποποιούνται έξω από τον οργανισμό και εισάγονται πάλι σ' αυτόν.

2. Διαγονιδιακά ονομάζονται τα ζώα εκείνα στα οποία έχει τροποποιηθεί το γενετικό υλικό τους με την προσθήκη γονιδίων, συνήθως από κάποιο άλλο είδος. Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την είσοδο του «ξένου» DNA στα κύτταρα ενός ζώου. Η σημαντικότερη από αυτές είναι η μικροέγχυση. Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούνται ωάρια του ζώου που έχουν γονιμοποιηθεί στο εργαστήριο. Σε αυτά γίνεται εισαγωγή του ξένου DNA με ειδική μικροβελόνα. Το ξένο γενετικό υλικό ενσωματώνεται συνήθως σε κάποιο από τα χρωμοσώματα του πυρήνα του ζυγωτού. Το ζυγωτό τοποθετείται στη συνέχεια στη μήτρα της «θετής» μητέρας, ενός ζώου στο οποίο θα αναπτυχθεί το έμβρυο. Η μικροέγχυση αποτελεί τη μοναδική μέθοδο δημιουργίας διαγονιδιακών αγελάδων, προβάτων, χοίρων και αιγών.
3. Τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες έχουν DNA. Το γενετικό υλικό των μιτοχονδρίων και των χλωροπλάστων περιέχει πληροφορίες σχετικές με τη λειτουργία τους, δηλαδή σχετικά με την οξειδωτική φωσφορυλίωση και τη φωτοσύνθεση αντίστοιχα, και κωδικοποιεί μικρό αριθμό πρωτεϊνών. Οι περισσότερες όμως πρωτεΐνες, που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία των μιτοχονδρίων και των χλωροπλάστων, κωδικοποιούνται από γονίδια που βρίσκονται στο DNA του πυρήνα. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι τα οργανίδια αυτά δεν είναι ανεξάρτητα από τον πυρήνα του κυττάρου και για το λόγο αυτό χαρακτηρίζονται ως ημιαυτόνομα.
4. Με τη μεταγραφή, οι πληροφορίες που βρίσκονται στα γονίδια μεταφέρονται στο mRNA με βάση τη συμπληρωματικότητα των νουκλεοτιδικών βάσεων. Η αλληλουχία των βάσεων του mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες με βάση έναν κώδικα αντιστοίχισης νουκλεοτιδίων mRNA με αμινοξέα πρωτεϊνών, ο οποίος ονομάζεται γενετικός κώδικας. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα είναι το ότι χαρακτηρίζεται ως εκφυλισμένος. Με εξαίρεση δύο αμινοξέα (μεθειονίνη και τρυπτοφάνη) τα υπόλοιπα 18 κωδικοποιούνται από δύο μέχρι και έξι διαφορετικά κωδικόνια. Τα κωδικόνια που κωδικοποιούν το ίδιο αμινοξύ ονομάζονται συνώνυμα.

ΘΕΜΑ 3°

1. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ζυμώσεων, οι οποίοι μπορούν να εφαρμοστούν ανάλογα με το επιθυμητό προϊόν. Δύο ευρέως χρησιμοποιούμενοι τύποι είναι η κλειστή και η συνεχής καλλιέργεια.
Κλειστή καλλιέργεια: Σ' αυτό τον τύπο ζύμωσης τοποθετείται στο βιοαντιδραστήρα ορισμένη ποσότητα αποστειρωμένου θρεπτικού υλικού, η οποία εμβολιάζεται με αρχική καλλιέργεια μικροοργανισμών. Η καλλιέργεια συνεχίζεται μέχρι την παραγωγή του επιθυμητού προϊόντος. Στην κλειστή καλλιέργεια οι φάσεις ανάπτυξης των μικροοργανισμών είναι τέσσερις.
Σύμφωνα με τα παραπάνω και με βάση την δοθήσα καμπύλη ανάπτυξης των μικροοργανισμών συνάγουμε ότι πρόκειται για κλειστή καλλιέργεια εφόσον στο διάγραμμα διακρίνονται τέσσερις φάσεις ανάπτυξης της μικροβιακής καλλιέργειας.

2. Στην κλειστή καλλιέργεια οι φάσεις ανάπτυξης των μικροοργανισμών είναι οι παρακάτω, με την εξής σειρά διαδοχής, η λανθάνουσα, η εκθετική, η στατική και η φάση θανάτου. Επομένως οι φάσεις ανάπτυξης της καλλιέργειας που μας δίνεται η κινητική της, είναι: α. λανθάνουσα β. εκθετική γ. στατική δ. θανάτου.
3. Κατά τη λανθάνουσα φάση ο πληθυσμός των μικροοργανισμών που προέρχεται από την αρχική καλλιέργεια παραμένει σχεδόν σταθερός. Αυτό οφείλεται στο ότι οι μικροοργανισμοί χρειάζονται κάποιο χρονικό διάστημα για να προσαρμοστούν στις καινούργιες συνθήκες και να αρχίσουν να αναπτύσσονται. Στη συνέχεια, οι μικροοργανισμοί διαιρούνται με ταχύ ρυθμό, επειδή η καλλιέργεια πραγματοποιείται κάτω από άριστες συνθήκες θερμοκρασίας, pH, συγκέντρωσης O_2 και στο υλικό καλλιέργειας υπάρχουν άφθονα θρεπτικά συστατικά. Αυτή η φάση ανάπτυξης ονομάζεται εκθετική, επειδή ο αριθμός των μικροοργανισμών αυξάνεται εκθετικά. Ακολουθεί η στατική φάση, κατά την οποία ο πληθυσμός των βακτηρίων δεν αυξάνεται, λόγω εξάντλησης κάποιου θρεπτικού συστατικού ή λόγω συσσώρευσης τοξικών προϊόντων από το μεταβολισμό των μικροοργανισμών. Τέλος κατά τη φάση θανάτου ο αριθμός των μικροοργανισμών μειώνεται. Παρ' ότι η διαδοχή των φάσεων ανάπτυξης σε κάθε κλειστή καλλιέργεια είναι συγκεκριμένη, η διάρκεια κάθε φάσης διαφέρει ανάλογα με το είδος των μικροοργανισμών.
4. Οι μικροοργανισμοί παράγουν χρήσιμα προϊόντα συνήθως κατά τη διάρκεια της εκθετικής και της στατικής φάσης ανάπτυξής τους. Τα προϊόντα της ζύμωσης είναι είτε τα ίδια κύτταρα που ονομάζονται βιομάζα είτε προϊόντα των κυττάρων όπως πρωτεΐνες και αντιβιοτικά.

ΘΕΜΑ 4^ο

1. Δίνεται η αλυσίδα DNA:

3' T A T A C T C A A C G T T C T A G T G A A C T T T T 5'

Η συμπληρωματική αλυσίδα είναι:

5' A T A T G A G T T G C A A G A T C A C T T G A A A A 3'

Σύμφωνα με το μοντέλο της διπλής έλικας που αναφέρεται στη δομή του DNA στο χώρο:

- Οι αζωτούχες βάσεις της μιας αλυσίδας συνδέονται με δεσμούς υδρογόνου με τις αζωτούχες βάσεις της απέναντι αλυσίδας με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας. Η αδενίνη συνδέεται μόνο με θυμίνη και αντίστροφα, ενώ η κυτοσίνη μόνο με γουανίνη και αντίστροφα. Οι δεσμοί υδρογόνου που αναπτύσσονται μεταξύ των βάσεων σταθεροποιούν τη δευτεροταγή δομή του μορίου.
 - Οι δύο αλυσίδες είναι αντιπαράλληλες, δηλαδή το 3' άκρο της μίας είναι απέναντι από το 5' άκρο της άλλης.
2. Το πρόδρομο μόριο του mRNA που θα προκύψει από τη μεταγραφή του γονιδίου αυτού, είναι:

5' A U A U G A G U U G C A A G A U C A C U U G A A A A 3'

Αιτιολόγηση: Με τη μεταγραφή, οι πληροφορίες που βρίσκονται στα γονίδια μεταφέρονται στο mRNA με βάση τη συμπληρωματικότητα των νουκλεοτιδικών βάσεων. Η αλληλουχία των βάσεων του mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες με βάση έναν κώδικα αντιστοίχισης νουκλεοτιδίων mRNA με αμινοξέα πρωτεϊνών, ο οποίος ονομάζεται γενετικός κώδικας.

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

Από τα βασικά χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα είναι:

1. Ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μια τριάδα νουκλεοτιδίων, το κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ.
2. Ο γενετικός κώδικας είναι συνεχής, δηλαδή το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο.
3. Ο γενετικός κώδικας είναι μη επικαλυπτόμενος, δηλαδή κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο.
4. Ο γενετικός κώδικας έχει κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνια λήξης. Το κωδικόνιο έναρξης σε όλους τους οργανισμούς είναι το $5'AUG_3$ και κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη. Υπάρχουν τρία κωδικόνια λήξης, τα $5'UAG_3$, $5'UGA_3$ και $5'UAA_3$. Η παρουσία των κωδικονίων αυτών στο μόριο του mRNA οδηγεί στον τερματισμό της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας.

Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA αλλά και το γονίδιο από το οποίο παράγεται. Έτσι, για παράδειγμα, το κωδικόνιο έναρξης $5'AUG_3$ αντιστοιχεί στο κωδικόνιο έναρξης της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου $5'ATG_3$ κ.ο.κ.

Το τμήμα ενός γονιδίου, και του mRNA του που κωδικοποιεί μια πολυπεπτιδική αλυσίδα, αρχίζει με το κωδικόνιο έναρξης και τελειώνει με το κωδικόνιο λήξης.

Κατά την έναρξη της μεταγραφής ενός γονιδίου η RNA πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή και προκαλεί τοπικό ξετύλιγμα της διπλής έλικας του DNA. Στη συνέχεια, τοποθετεί τα ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια μίας αλυσίδας του DNA σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, όπως και στην αντιγραφή, με τη διαφορά ότι εδώ απέναντι από την αδενίνη τοποθετείται το ριβονουκλεοτίδιο που περιέχει ουρακίλη. Η RNA πολυμεράση συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια, που προστίθενται το ένα μετά το άλλο, με 3'-5' φωσφοδιεστερικό δεσμό. Η μεταγραφή έχει προσανατολισμό 5'→3' όπως και η αντιγραφή. Η σύνθεση του RNA σταματά στο τέλος του γονιδίου, όπου ειδικές αλληλουχίες οι οποίες ονομάζονται αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής, επιτρέπουν την απελευθέρωσή του.

Το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική. Το RNA είναι το κινητό αντίγραφο της πληροφορίας ενός γονιδίου.

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν, η κωδική αλυσίδα του γονιδίου είναι αυτή με προσανατολισμό 5'→3' ως προς τη διεύθυνση της μεταγραφής και διαθέτει προς το 5' άκρο της, μετά από ένα πλήθος νουκλεοτιδίων που αποτελούν την 5' αμετάφραστη περιοχή της, το κωδικόνιο $5'ATG_3$ και μετά από πλήθος νουκλεοτιδίων που είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του τρία (εξαιρουμένων των εσωνίων) υπάρχει το κωδικόνιο λήξης (ένα εκ των προαναφερθέντων). Δηλαδή το κωδικόνιο λήξης βρίσκεται προς το 3' άκρο της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου. Τις προϋποθέσεις αυτές δεν πληροί η αλυσίδα DNA του γονιδίου που δίνεται στην εκφώνηση της άσκησης, τις πληροί όμως η συμπληρωματική της αλυσίδα DNA του γονιδίου. Συνεπώς η αλυσίδα DNA που δίνεται στην εκφώνηση συνιστά τη μη-κωδική αλυσίδα του γονιδίου και η συμπληρωματική της συνιστά την κωδική αλυσίδα αυτού του γονιδίου.

Δηλαδή το προϊόν της μεταγραφής ενός γονιδίου που κωδικοποιεί για mRNA θα έχει την ίδια αλληλουχία αζωτούχων βάσεων (μόνο που το mRNA φέρει U αντί για T) και τον ίδιο προσανατολισμό με την κωδική αλυσίδα του γονιδίου.

Στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς, το mRNA που παράγεται κατά τη μεταγραφή ενός γονι-

δίου συνήθως δεν είναι έτοιμο να μεταφραστεί, αλλά υφίσταται μια πολύπλοκη διαδικασία ωρίμανσης.

3. Το ώριμο mRNA που κωδικοποιεί το δοθέν ολιγοπεπτίδιο, σύμφωνα με το ερώτημα Δ2 είναι:

5' **A U A U G A G U A U C A C U U G A A A A** 3'

Η διαδικασία της ωρίμανσης αποτελεί ένα από τα πιο ενδιαφέροντα ευρήματα της Μοριακής Βιολογίας, γιατί οδήγησε στο συμπέρασμα ότι τα περισσότερα γονίδια των ευκαρυωτικών οργανισμών (και των ιών που τους προσβάλλουν) είναι ασυνεχή ή διακεκομμένα. Δηλαδή, η αλληλουχία που μεταφράζεται σε αμινοξέα διακόπτεται από ενδιάμεσες αλληλουχίες οι οποίες δε μεταφράζονται σε αμινοξέα. Οι αλληλουχίες που μεταφράζονται σε αμινοξέα ονομάζονται εξώνια και οι ενδιάμεσες αλληλουχίες ονομάζονται εσώνια.

Η μετάφραση του mRNA, δηλαδή η αντιστοίχιση των κωδικονίων σε αμινοξέα και η διαδοχική σύνδεση των αμινοξέων σε πολυπεπτιδική αλυσίδα, πραγματοποιείται στα ριβοσώματα με τη βοήθεια των tRNA και τη συμμετοχή αρκετών πρωτεϊνών και ενέργειας.

Κατά την έναρξη της μετάφρασης το mRNA προσδένεται, μέσω μιας αλληλουχίας που υπάρχει στην 5' αμετάφραση περιοχή του, με το ριβοσωμικό RNA της μικρής υπομονάδας του ριβοσώματος, σύμφωνα με τους κανόνες της συμπληρωματικότητας των βάσεων. Το πρώτο κωδικόνιο του mRNA είναι πάντοτε 5'AUG₃ και σ' αυτό προσδένεται το tRNA που φέρει το αμινοξύ μεθειονίνη. Όμως δεν έχουν όλες οι πρωτεΐνες του οργανισμού ως πρώτο αμινοξύ μεθειονίνη. Σε πολλές πρωτεΐνες, μετά τη σύνθεσή τους απομακρύνονται ορισμένα αμινοξέα από το αρχικό αμινοτικό άκρο τους.

Κατά την επιμήκυνση της πεπτιδικής αλυσίδας μεταξύ της μεθειονίνης, που αποτελεί το αρχικό - αμινοτικό άκρο - του νεοσυντιθέμενου πεπτιδίου και του δεύτερου αμινοξέος (εδώ της σερίνης) σχηματίζεται πεπτιδικός δεσμός κ.ο.κ. Η επιμήκυνση του πεπτιδίου σταματά όταν το ριβόσωμα φτάνει στο κωδικόνιο λήξης (ένα εκ των 5'UGA₃, 5'UAG₃, 5'UAA₃), επειδή δεν υπάρχουν μόρια tRNA που να αντιστοιχούν σε αυτά.

Μία πεπτιδική αλυσίδα σχηματίζεται από την ένωση αμινοξέων με ομοιοπολικό δεσμό. Ο δεσμός αυτός δημιουργείται μεταξύ του -COOH του προηγούμενου αμινοξέος και της -H₂N του επόμενου αμινοξέος. Ο δεσμός αυτός ονομάζεται πεπτιδικός δεσμός.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, με βάση τα δεδομένα της άσκησης και σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα, ότι δηλαδή είναι κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μια τριάδα νουκλεοτιδίων, το κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ, είναι συνεχής, δηλαδή το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο. Ο γενετικός κώδικας είναι μη επικαλυπτόμενος, δηλαδή κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο. Επίσης το γεγονός ότι ο γενετικός κώδικας έχει κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνια λήξης.

Τέλος, γνωρίζουμε ότι το τμήμα ενός γονιδίου, και του mRNA του που κωδικοποιεί μια πολυπεπτιδική αλυσίδα, αρχίζει με το κωδικόνιο έναρξης και τελειώνει με το κωδικόνιο λήξης. Συνεπώς το προϊόν της μετάφρασης, δηλαδή η πεπτιδική αλυσίδα έχει προσανατολισμό H₂N → COOH αφού το πρώτο αμινοξύ έχει ελεύθερη NH₂- (αμινοομάδα) και το τελευταίο αμινοξύ έχει ελεύθερη -COOH (καρβοξυλοομάδα). Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι το εσώνιο του πρόδρομου mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή του γονιδίου αυτού είναι η αλληλουχία:

5' **U G C A A G** 3'

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

Η ενδιάμεση αυτή αλληλουχία του πρόδρομου mRNA δεν αντιστοιχίζεται στα δοθέντα κωδικόνια που κωδικοποιούν για τα αμινοξέα του προκύπτοντος κατά τη μετάφραση πεπτιδίου.

4. Όταν ένα γονίδιο που περιέχει εσώνια μεταγράφεται, δημιουργείται το πρόδρομο mRNA που περιέχει και εξώνια και εσώνια. Το πρόδρομο mRNA μετατρέπεται σε mRNA με τη διαδικασία της ωρίμανσης, κατά την οποία τα εσώνια κόβονται από μικρά ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια και απομακρύνονται. Τα ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια αποτελούνται από snRNA και από πρωτεΐνες και λειτουργούν ως ένζυμα: κόβουν τα εσώνια και συρράπτουν τα εξώνια μεταξύ τους. Έτσι σχηματίζεται το ώριμο mRNA. Αυτό, παρ' ότι αποτελείται αποκλειστικά από εξώνια, έχει δύο περιοχές που δεν μεταφράζονται σε αμινοξέα. Η μία βρίσκεται στο 5' άκρο και η άλλη στο 3' άκρο. Οι αλληλουχίες αυτές ονομάζονται 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές, αντίστοιχα.